



Diogo Dinis Rodrigues

Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

**Proposta de um modelo ANP para
selecionar KPIs na indústria de manufatura
de moldes de prensagem**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial

Orientador: Pedro Emanuel Botelho Espadinha da Cruz,
Professor Auxiliar Convidado, FCT-UNL

Júri:

Presidente: Professora Doutora Ana Sofia Leonardo Vilela De Matos

Vogais: Professor Doutor António Carlos Bárbara Grilo
Professor Doutor Pedro Emanuel Botelho Espadinha da Cruz
Engenheiro Pedro Alexandre Correia Oliveira



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Dezembro 2020

Diogo Dinis Rodrigues

Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

**Proposta de um modelo ANP para
selecionar KPIs na indústria de manufatura
de moldes de prensagem**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial

Orientador: Pedro Emanuel Botelho Espadinha da Cruz,
Professor Auxiliar Convidado, FCT-UNL

Júri:

Presidente: Professora Doutora Ana Sofia Leonardo Vilela De Matos

Vogais: Professor Doutor António Carlos Bárbara Grilo
Professor Doutor Pedro Emanuel Botelho Espadinha da Cruz
Engenheiro Pedro Alexandre Correia Oliveira

Proposta de um modelo ANP para selecionar KPIs na indústria de manufatura de moldes de prensagem

Copyright © **Diogo Dinis Rodrigues**, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer ao meu orientador na faculdade, o Professor Pedro Espadinha da Cruz pela disponibilidade que apresentou para comigo ao longo de todo este projeto, e pela orientação que me foi dada ao longo destes meses na escrita da minha dissertação.

Gostaria de agradecer à Volkswagen Autoeuropa por ter permitido a realização de um estágio curricular que levou ao desenvolvimento deste projeto.

Gostaria de agradecer à Unidade de Cunhos e Cortantes por me ter recebido e apoiado na elaboração deste trabalho, especialmente ao Daniel Lelke por permitir a realização deste projeto na empresa.

Um especial obrigado ao Pedro Oliveira por me ter recebido enquanto orientando na empresa, sempre com enorme simpatia e vontade de ensinar, tendo apoiado todo o meu trabalho do início ao fim, quer este tenha sido realizado presencialmente na empresa ou em casa.

Um obrigado ao Ricardo Carvalho pelo tempo que disponibilizou para me esclarecer e apoiar nas dúvidas que possuía, e por me ter fornecido um conjunto de informação pertinente para a realização deste estudo.

Agradeço agora a todos os coordenadores de área que disponibilizaram do seu tempo e conhecimento para me ajudar e por me terem dado as ferramentas necessárias à realização deste estudo: António Campos, Arnold Stroka, Jorge Cunha, Mário Santos e Renata Alves.

Aos restantes colaboradores da empresa, agradeço também por me terem recebido na mesma, sempre com boa disposição e com enorme profissionalismo, em especial atenção ao departamento do planeamento central.

Gostaria também de agradecer à Ana Teixeira e Sónia Teixeira da área da engenharia industrial e *lean management*, por me terem apoiado e transmitido o conhecimento necessário para a realização deste trabalho.

Obrigado à minha família por me ter apoiado em todos estes anos, em especial atenção à minha mãe, Sandra Dinis, aos meus tios Micael Dinis e Ruben Dinis, e ao Adriano Ferreira.

Agradeço também a todos os meus colegas e amigos pelas vivências destes últimos 5 anos, pelos incentivos e espírito de entreajuda, especialmente nesta última etapa: Raquel Flor, Andreia Almeida, Andreia Barro, Bárbara Costa, Bernardo Pinho, Francisco Cascalho, Gonçalo Lopes, Inês Justo, Jessica Abrantes, João Contente, Marta Rosa e Rafael Vieira.

Obrigado a todos.

Resumo

Nos últimos anos, o desenvolvimento das tecnologias tem provocado uma elevada competitividade entre as empresas, motivando a procura de estratégias que permitam ganhar vantagem competitiva, como por exemplo a monitorização do desempenho, através do uso de *Key Performance Indicators* (KPIs). Contudo, o seu processo de seleção é complexo pelo facto de existirem diversos KPIs disponíveis para avaliar o desempenho e diversas relações entre os mesmos.

Deste modo, a presente dissertação tem como objetivos a identificação de KPIs aplicáveis na indústria de manufatura de moldes de prensagem, e o desenvolvimento um modelo de decisão *Analytic Network Process* (ANP) na escolha de KPIs.

De forma a cumprir com os objetivos propostos, é realizada uma revisão bibliográfica, através da qual foram identificados KPIs aplicáveis à indústria e possíveis estruturas e adaptações do modelo ANP, no processo de seleção de KPIs. Deste modo, foi possível desenvolver o modelo ANP aplicado à seleção de KPIs, através do qual serão priorizados um número reduzido dos mesmos.

Com o objetivo de testar e validar a aplicação de um modelo de decisão, foi realizado um caso de estudo na empresa Volkswagen Autoeuropa. De forma a complementar a lista de KPIs previamente obtida foram realizadas entrevistas, obtendo uma lista de KPIs abrangente a todas as áreas. Procedeu-se à pré-seleção dos KPIs e posterior modelação do ANP através do *software SuperDecisions*, tendo-se aplicado o modelo ANP através de entrevistas diretas com o decisor, obtendo assim a ordenação por importância dos possíveis KPIs a implementar.

Os KPIs foram implementados no sistema de informação BI da empresa, onde é possível visualizar o estado dos KPIs relativamente ao seu objetivo no *dashboard*.

A implementação dos KPIs permitiu à empresa controlar as suas atividades, podendo assim implementar ações de melhoria que a levem a aumentar os seus níveis de desempenho e tornar a empresa competitiva no mercado.

Palavras chave: *Key Performance Indicators, Analytic Network Process, Business Intelligence, Melhoria contínua, Indústria automóvel.*

Abstract

In recent years, the development of technologies has caused high competitiveness among companies, motivating the search for strategies that allow them to gain competitive advantage, such as the monitoring of performance, through the use of Key Performance Indicators (KPIs). However, its selection process is complex since there are several KPIs available to evaluate performance and different relationships between them.

The present master thesis aims to identify KPIs applicable in the press cast and die manufacturing industry and to develop an Analytic Network Process (ANP) decision model in the choice of KPIs.

To accomplish the proposed objectives, a bibliographic review is carried out, through which KPIs applicable to the industry and possible structures and adaptations of the ANP model were identified, in the process of selecting KPIs. By doing this, it was possible to develop the ANP model applied to the selection of KPIs, through which a reduced number of them will be prioritized.

In order to test and validate the application of a decision model, a case study was carried out at Volkswagen Autoeuropa. To complement the list of KPIs previously obtained, interviews were conducted, obtaining a list of KPIs comprehensive to all areas. The KPIs were pre-selected and the ANP was subsequently modelled using the SuperDecisions software, and the ANP model was applied through direct interviews with the decision-maker, therefore obtaining the ranking by the importance of the possible KPIs to be implemented.

The KPIs were implemented in the company's BI information system, where it is possible to view the status of the KPIs concerning their objective on the dashboard.

The implementation of KPIs allowed the company to control its activities, thus being able to implement improvement actions that lead it to increase its performance levels and make the company competitive in the market.

Keywords: Key Performance Indicators, Analytic Network Process, Business Intelligence, Continuous improvement, Automotive Industry.

Índice

1.	Introdução.....	1
1.1.	Enquadramento, motivação e justificação do tema	1
1.2.	Objetivo	2
1.3.	Metodologia geral.....	2
1.4.	Estrutura da dissertação.....	4
2.	Metodologias de avaliação de desempenho e processos de seleção de KPIs	7
2.1.	Melhoria contínua.....	7
2.1.1.	Total Quality Management.....	7
2.1.2.	Seis sigma.....	9
2.2.	Avaliação de desempenho	11
2.3.	Medidas de desempenho	12
2.4.	<i>Key performance indicators</i>	13
2.4.1.	Características dos KPIs	14
2.4.2.	Tipos de KPIs	15
2.4.3.	Dificuldades e desafios no uso de KPIs	16
2.4.4.	Listagem dos KPIs.....	17
2.5.	Sistemas de avaliação de desempenho	18
2.5.1.	<i>Balanced Scorecard</i>	18
2.5.2.	<i>Strategy Maps</i>	20
2.6.	Sistemas de Informação.....	21
2.6.1.	Sistemas ERP	22
2.6.2.	<i>Business Intelligence</i>	23
2.6.3.	<i>Dashboards</i>	24
2.7.	Análise multicritério de apoio à decisão na escolha de KPIs	25
2.7.1.	Análise multicritério de apoio à decisão	26
2.7.2.	Áreas de aplicação do ANP.....	28
2.7.3.	Vantagens e desvantagens do ANP	29
2.8.	KPIs aplicados na manufatura e indústria de moldes	29
3.	Proposta de modelo ANP para seleção de KPIs	33
3.1.	Proposta do método para seleção e implementação de KPIs.....	33
3.2.	Identificação dos KPIs.....	33
3.3.	Pré-seleção de KPIs.....	33
3.4.	Modelos de decisão utilizados no processo de seleção de KPIs.....	35
3.4.1.	<i>Analytic Hierarchy Process (AHP)</i>	35
3.4.2.	<i>Analytical Network Process (ANP)</i>	36
3.5.	Desenvolvimento do modelo ANP	37

3.5.1.	Construção do modelo e estruturação do problema de decisão numa estrutura de rede.	38
3.5.2.	Formulação das matrizes de comparação de pares	41
3.5.3.	Determinação dos vetores de prioridades	43
3.5.4.	Análise de consistência.....	44
3.5.5.	Construção da supermatriz (<i>supermatrix</i>).	45
3.5.6.	Priorização das alternativas e escolha da melhor	47
3.6.	Método de recolha de dados	47
4.	Caso de estudo.....	49
4.1.	Caracterização da organização	49
4.1.1.	Grupo Volkswagen.....	49
4.1.2.	Caracterização da Unidade de negócios de Cunhos e Cortantes	50
4.1.3.	Descrição dos departamentos e principais responsabilidades	51
4.2.	Caracterização inicial da organização	53
4.3.	KPIs previamente identificados.....	55
4.4.	Recolha de dados.....	56
4.5.	Pré-seleção de KPIs.....	64
4.6.	Descrição dos KPIs pré-selecionados.....	67
4.7.	Aplicação do modelo de decisão ANP	67
4.7.1.	Caracterização do decisor.....	67
4.7.2.	Identificação dos <i>clusters</i>	68
4.7.3.	Verificação de relações.....	69
4.7.4.	Estrutura do ANP	70
4.7.5.	Formulação das matrizes de comparação de pares	71
4.7.6.	Verificação de inconsistências	73
4.7.7.	Resolução de problemas de consistência.....	74
4.7.8.	Construção da supermatriz (<i>supermatrix</i>)	75
4.8.	Resultados do ANP	77
4.9.	Validação dos resultados da aplicação do ANP com o decisor	81
4.10.	Implementação dos KPIs escolhidos	84
4.10.1.	KPIs da categoria financeira.....	85
4.10.2.	KPIs da categoria processos internos	88
4.10.3.	KPIs da categoria colaboradores	92
4.10.4.	KPIs da categoria clientes	92
4.11.	Comunicação dos dados	93
4.12.	Resultado final.....	93
5.	Conclusões	97
5.1.	Conclusões gerais	97

5.2.	Limitações e dificuldades	99
5.3.	Contributos	100
5.4.	Trabalhos futuros.....	100
6.	Referências bibliográficas	103
7.	Anexos.....	109
7.1.	Anexo A - Estrutura da entrevista realizada.....	109
7.2.	Anexo B - Questionário de pontuações dos KPIs na fase de pré-seleção	111
7.3.	Anexo C - Processo de pré-seleção de KPIs	116
7.4.	Anexo D - Caracterização de KPIs.....	120
7.5.	Anexo E - Verificação de influências entre os elementos dos diferentes <i>clusters</i>	126
7.6.	Anexo F - Supermatriz não ponderada.....	130
7.7.	Anexo G - Supermatriz ponderada.....	132
7.8.	Anexo H - Supermatriz limite	134
7.9.	Anexo I - Pesos/importâncias dos elementos obtidos através da aplicação do ANP	136
7.10.	Anexo J - <i>Template</i> utilizado para implementar os KPIs no sistema de informação.....	137

Índice de figuras

Figura 1.1- Fluxograma da metodologia geral de trabalho	3
Figura 2.1 - Ciclo PDCA.....	8
Figura 2.2 - Ciclo DMAIC	10
Figura 2.3 - Tipos de medidas de desempenho	13
Figura 2.4 - Tipos de Key Performance Indicators	16
Figura 2.5 - Balanced Scorecard	19
Figura 2.6 - Exemplo de um Strategy Map	20
Figura 3.1 - Estrutura hierárquica do AHP.....	35
Figura 3.2 - Rede de feedback com clusters (estrutura ANP)	37
Figura 3.3 Exemplo da modelação da estrutura de rede no software SuperDecisions	40
Figura 3.4 - Estrutura geral do ANP no processo de seleção de KPIs	40
Figura 3.5 - Exemplo de realização de comparações par-a-par.....	43
Figura 3.6 - Estrutura da matriz de comparações	43
Figura 3.7 - Estrutura geral de uma Supermatriz	46
Figura 4.1 - Organograma da Volkswagen Autoeuropa.....	50
Figura 4.2 - Exemplo de uma ferramenta produzida na UNCC	51
Figura 4.3 - Diagrama de processos da UNCC	53
Figura 4.4 - Organograma da UNCC	56
Figura 4.5 - Origem dos KPIs pré-selecionados a virem integrar o modelo ANP	67
Figura 4.6 - Estrutura de rede do ANP.....	71
Figura 4.7 - Sistema de informação KPI Monitor	84
Figura 4.8 - Gráfico utilizado para atualizar a informação do KPI - Receitas vs. Custos.....	87
Figura 4.9 - Gráfico utilizado para atualizar a informação do KPI - % de trabalho realizado na empresa vs. subcontratado	88
Figura 4.10 - Gráfico utilizado para atualizar a informação do KPI - Horas gastas vs. planeadas totais (overtime).....	89
Figura 4.11 - Gráfico utilizado para atualizar a informação do KPI - Capacidade ocupada.....	90
Figura 4.12 - Documento utilizado para atualizar a informação do KPI - Cumprimento de prazos das tarefas alocadas (milstones).....	91
Figura 4.13 - Gráfico utilizado para atualizar a informação do KPI - % de tempo de funcionamento das máquinas (machine uptime)	92
Figura 4.14 - Dashboard do sistema de informação KPI Monitor.....	95
Figura 4.15 - Informações detalhadas sobre os KPIs presentes no dashboard	96

Índice de tabelas

Tabela 2.1 - Identificação de estudos onde foram utilizados modelos de decisão para seleção de KPIs	27
Tabela 2.2 - Identificação de estudos onde foram utilizados modelos de decisão ANP para seleção de KPIs	28
Tabela 2.3 - Áreas e exemplos da aplicação do ANP	29
Tabela 2.4 - KPIs aplicáveis à indústria de manufatura e indústria de moldes	30
Tabela 3.1 - Escala de avaliação de importância (1 a 5)	34
Tabela 3.2 - Escala fundamental de Saaty	41
Tabela 3.3 - Exemplo de identificação de relações entre KPIs	42
Tabela 3.4 - Índice médio de consistência aleatório	45
Tabela 4.1 - Listagem de KPIs realizados por outros projetos na UNCC	54
Tabela 4.2 - Descrição do KPI -Satisfação dos colaboradores (Stimmungsbarometer) (adaptado de [5])	55
Tabela 4.3 - Painel de inquiridos	57
Tabela 4.4 - KPIs existentes na UNCC	60
Tabela 4.5 - KPIs identificados para medição do desempenho geral da empresa	62
Tabela 4.6 - Exemplo de análise da pré-seleção dos KPIs	65
Tabela 4.7 - KPIs pré-selecionados a virem integrarem o modelo ANP	66
Tabela 4.8 - Exemplo de identificação de influências entre elementos do mesmo cluster (inner dependencies) e entre elementos de clusters distintos (outter dependencies)	69
Tabela 4.9 Exemplo de identificações de relações entre elementos dos diversos clusters, respetivamente ao cluster alternativa 1	70
Tabela 4.10 - Exemplo de matriz de comparação	72
Tabela 4.11 - Exemplo de matriz de comparações normalizada e síntese dos pesos	73
Tabela 4.12 - Exemplo da supermatriz não ponderada	75
Tabela 4.13 - Vetores de prioridade dos clusters	76
Tabela 4.14 - Exemplo da supermatriz ponderada	76
Tabela 4.15 - Priorização dos elementos das alternativas obtidos através da aplicação do ANP	77
Tabela 4.16 - Priorização dos elementos por cluster (alternativa 1)	78
Tabela 4.17 - Priorização dos elementos por cluster (alternativa 2)	79
Tabela 4.18 - Priorização dos elementos por cluster (alternativa 3)	79
Tabela 4.19 - Priorização dos elementos por cluster (alternativa 4)	80
Tabela 4.20 - Priorização dos elementos por cluster (critérios)	80
Tabela 4.21 - KPIs escolhidos pelo decisor para monitorizar o desempenho geral da empresa	81

Acrónimos e Siglas

AHP - *Analytic Hierarchy Process*

BI - *Business Intelligence*

BSC - *Balanced Scorecard*

CI - Índice de consistência

CR - Rácio de consistência

CRM - *Customer Relationship Management*

DMAIC - *Define, Measure, Analyse, Improve, Control*

EIS - *Enterprise Information Systems*

ERP - *Enterprise Resource Planning*

GE - *General Electric*

ICT - *Information Communication Technology*

KPIs - *Key Performance Indicators*

KRIs - *Key result indicators*

MADM - *Multi-Attribute Decision Making*

MAIC - *Measure, Analyse, Improve, Control*

MCDA - *Multi-criteria Decision Analysis*

MCDM - *Multi-criteria Decision Making*

MES - *Manufacturing Execution Systems*

MODM - *Multi-objective Decision Making*

PDCA - *Plan-Do-Check-Action*

PDSA - *Plan-Do-Study-Act*

PI - *Performance indicators*

PLM - *Product Lifecycle Management*

PMS - *Performance Measurement Systems*

RI - Índice médio de consistência aleatório

RIIs - *Result indicators*

SCM - *Supply Chain Management*

SMART - *Specific, measurable, achievable, relevant, time-specific*

SMARTER - *Specific, measurable, achievable, relevant, time-specific, explainable/ evaluated, relative/ reviewed*

SPC - *Statistical process control*

TQM - *Total Quality Management*

UNCC - Unidade de Negócios de Cunhos e Cortantes

VNP - Valor não ponderado do elemento

VPC - Valor não ponderado do elemento

VPE - Valor ponderado do elemento

1. Introdução

A presente dissertação para obtenção do grau de mestre em Engenharia e Gestão Industrial na Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa foi realizada em contexto empresarial, na Unidade de Negócios de Cunhos e Cortantes (UNCC) no complexo industrial da Autoeuropa, pertencente ao grupo Volkswagen.

O presente capítulo tem por objetivo expor o enquadramento, motivação e justificação do tema do trabalho realizado, os objetivos que se pretendem atingir, a metodologia que mais se adequa ao tema e uma breve descrição da estrutura do documento.

1.1. Enquadramento, motivação e justificação do tema

A indústria automóvel teve desde sempre uma elevada contribuição na economia global devido ao facto de ser uma das maiores indústrias presentes no mercado [1]. Na Europa, esta indústria representa 14% da produção total e investimento de capital no setor da manufatura [2].

Devido à elevada participação no setor da manufatura, a competitividade entre diferentes empresas tem vindo a aumentar, tendo esta motivado a consciencialização de que para permanecerem ativas no mercado e de se destacarem dos diferentes concorrentes, as mesmas teriam de apostar cada vez mais na inovação em diferentes áreas, tais como a tecnologia, sustentabilidade e segurança [3]. Porém, de modo a conseguir estar presente em todas as áreas, é necessário que as empresas invistam nas suas estratégias de negócios, alterando desta forma o modo de operação [4].

Uma das estratégias que tem vindo a ser adotada pelas empresas ao longo das últimas décadas é a medição de desempenho de processos, bem como a procura por ferramentas que permitam a visualização e monitorização do estado dos mesmos [5]. Deste modo, foram introduzidos os sistemas de medição de performance (PMS) para a recolha, visualização, análise e medição de desempenho dos processos requeridos [6]. No entanto, para um correto funcionamento destes sistemas, é necessário definir *Key Performance Indicators* (KPIs). Os KPIs são indicadores, tanto qualitativos como quantitativos, usados para avaliar estado atual do processo a ser monitorizado, tendo em consideração uma meta/objetivo previamente estabelecido [7]. O uso destes nos sistemas de medição de desempenho são essenciais, visto que fornecem informação relevante do estado do processo, permitindo aos gestores identificar se este está concorde com os objetivos [8, 9].

Para uma fácil e rápida visualização do estado dos processos através dos KPIs, são utilizados *dashboards* com toda a informação disponível [10]. O processo de monitorização e visualização tem vindo a ser cada vez mais utilizada pelas empresas, permitindo a realização de ações caso os processos

não estejam alinhados com os objetivos, prevenindo assim o mau funcionamento da empresa, aumentando a sua vantagem competitiva perante os concorrentes no mercado [5].

1.2. Objetivo

O processo de tomada de decisão é um processo que pode ser complexo e apresentar dificuldades, devido ao conjunto de possíveis alternativas e fatores que influenciem a escolha das mesmas. A tomada de decisão pode ser realizada de diversas formas, sendo algumas realizadas de forma arbitrária baseando-se apenas na experiência, opinião e visão que o decisor tem. Contudo, existem ferramentas que visam auxiliar o processo de tomada de decisão ao sugerir a escolha mais apropriada a realizar, consoante a opinião e factos numéricos, sendo estas conhecidas como modelos de decisão. Desta forma, a utilização de modelos de decisão permite ao utilizador identificar de um conjunto de alternativas as que mais se adequam para dar resposta ao problema que este encontra.

O processo de seleção de KPIs é um processo complexo, uma vez que existe um conjunto alargado de alternativas de entre as quais, para obter o maior benefício, deverá ser escolhido um número reduzido. Desta forma, o processo de tomada de decisão relativo à escolha dos KPIs enfrenta diversas dificuldades, uma vez que existem diversas alternativas de KPIs, variando estes nas atividades/processos que monitorizam, sendo necessário ter em consideração fatores externos para a sua escolha.

Deste modo, a presente dissertação pretende desenvolver e analisar a aplicação do modelo de decisão *Analytic Network Process* (ANP) no processo de seleção de KPIs. Através da aplicação do modelo de decisão será possível obter uma listagem dos KPIs ordenada por grau de importância, auxiliando assim o decisor.

Desta forma, a presente dissertação terá como principais objetivos:

1. Determinação dos KPIs aplicáveis no setor da manufatura automóvel;
2. Desenvolvimento de um modelo de decisão *Analytic Network Process* para apoio à seleção de KPIs;
3. Implementação dos KPIs

1.3. Metodologia geral

A realização deste estudo foi segmentada em oito fases distintas, sendo que as mesmas se encontram categorizadas como sendo pertencentes à parte teórica e parte prática (caso de estudo), como indicado na figura 1.1.

As primeiras quatro fases correspondem à parte teórica da dissertação, sendo a primeira fase a listagem dos objetivos que se pretendia obter com a sua realização, revisão bibliográfica com o intuito de identificar metodologias e conceitos de temas que possibilitassem a resolução do problema, identificação de KPIs aplicáveis à área do estudo e ainda o desenvolvimento do modelo ANP para seleção de KPIs.

Para validar a metodologia proposta foi realizado um caso de estudo, o qual pode ser dividido em três fases distintas, como demonstrado na figura 1.1. Na realização deste caso de estudo foram aplicadas as metodologias previamente identificadas na revisão bibliográfica para listar KPIs aplicáveis à empresa, para proceder à pré-seleção dos KPIs identificados. Desta forma, foi aplicado o modelo ANP para proceder à seleção de KPIs, validados os dados com o decisor e implementados os KPIs na empresa.

Por último, numa fase teórica, foram apresentadas as conclusões gerais obtidas com a realização do estudo, limitações e dificuldades, contributos e ainda sugestões de trabalhos futuros a realizar.

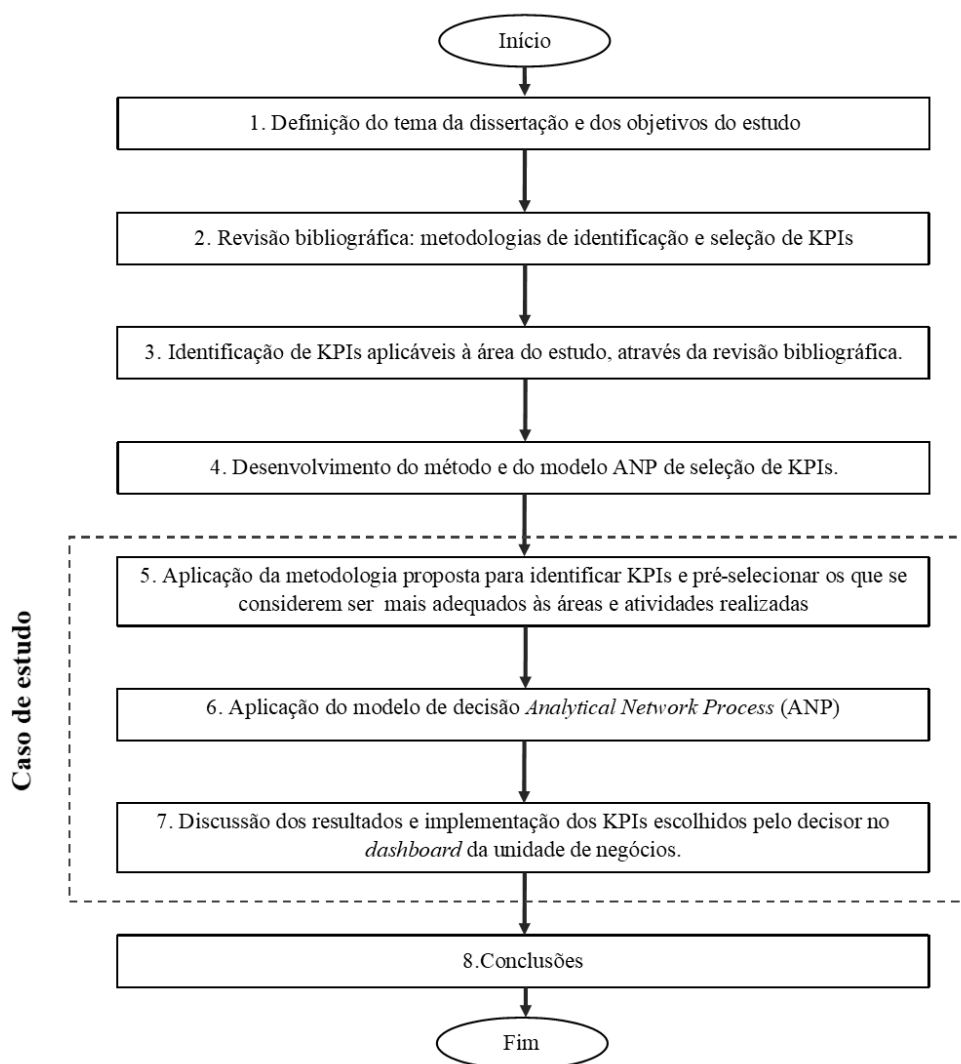


Figura 1.1- Fluxograma da metodologia geral de trabalho

1.4. Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em sete capítulos:

1. Introdução

O primeiro capítulo tem como objetivo enquadrar o tema da dissertação na resolução do problema, bem como apresentar as motivações e justificações necessárias à sua realização. Neste, são também apresentados os objetivos que se pretendem realizar com a escrita desta dissertação, a metodologia utilizada para a realização do estudo e a estruturação do documento.

2. Enquadramento teórico

O segundo capítulo compreende a realização do enquadramento teórico. Neste, são abordados temas, metodologias e conceitos essenciais para uma obter uma boa compreensão da dissertação, tais como: técnicas de melhoria contínua, conceitos de avaliação e medidas de desempenho. Sobre estes, são analisados com maior detalhe os KPIs, identificando um conjunto de características que os mesmos devem possuir, vantagens e desvantagens da sua utilização e ainda metodologias utilizadas para listar os mesmos. São também apresentados alguns sistemas de avaliação de desempenho e sistemas de informação, a partir dos quais é possível consultar diversas métricas e informações pertinentes. Por último, são apresentados alguns modelos de análise multicritério de apoio à decisão, tendo em especial atenção o modelo ANP.

3. Aplicação do modelo ANP no processo de seleção de KPIs

Neste capítulo é apresentada a metodologia utilizada para a realização deste trabalho, contemplando esta a definição do tema e objetivos, revisão da literatura científica, metodologias utilizadas para identificar KPIs na respetiva área, processo de pré-seleção de KPIs , realização e aplicação do modelo de decisão ANP e por último a análise e validação dos resultados.

4. Caso de estudo

O modelo ANP desenvolvido foi validado e aplicado a partir de um caso de estudo na Unidade de Negócios Cunhos e Cortantes (UNCC), pertencente à Volkswagen Autoeuropa. Primeiramente, é realizada uma pequena caracterização da unidade industrial e da UNCC, bem como a descrição da organização da empresa e dos processos realizados.

Posteriormente, foram aplicadas as metodologias identificadas como sendo apropriadas para solucionar o problema, identificadas no segundo capítulo. No capítulo é descrita a metodologia de listagem de KPIs, sendo a mesma realizada por consulta da literatura científica e pela realização de

entrevistas. Listados os KPIs, são apresentados todos os passos realizados desde a realização da pré-seleção à modelação do ANP. A aplicação do modelo de decisão é descrita com detalhe, sendo apresentados exemplos de como foram efetuados os cálculos necessários à sua realização.

5. Análise de resultados e implementação dos KPIs

Após ter procedido à aplicação do ANP e dos cálculos associados, foi obtida a ordem de priorização dos KPIs consoante a importância que apresentavam para com o objetivo. Desta forma, serão analisados e validados os resultados com o decisor da empresa do caso de estudo. Por último, é procedida à descrição dos KPIs escolhidos de acordo com as normas da empresa em questão e das normas identificadas na literatura científica, bem como descrito todo o seu processo de implementação.

6. Conclusões

Por último, são apresentadas as conclusões gerais obtidas com a realização deste estudo, apresentando também as limitações e dificuldades registadas ao longo do mesmo. Neste capítulo são também apresentados os contributos que este estudo pode proporcionar, tanto a nível teórico como a nível prático. São ainda apresentadas algumas sugestões de trabalhos futuros a realizar relacionados com as metodologias que foram aplicadas e com as limitações e dificuldades registadas.

2. Metodologias de avaliação de desempenho e processos de seleção de KPIs

Neste capítulo é realizada uma revisão da literatura, tendo como objetivo abordar os conceitos fundamentais necessários para atingir os objetivos desta dissertação. São abordados conceitos sobre técnicas de Melhoria Contínua, mais especificamente sobre *Total Quality Management* (TQM) e Seis Sigma, conceitos sobre medidas de desempenho, sistemas de informação e de medição de desempenho e modelos de análise multicritério de apoio à decisão.

2.1. Melhoria contínua

Nas últimas décadas, o ramo da indústria de manufatura tem vindo a sofrer enormes alterações devido à elevada competitividade entre as diferentes organizações, provocando inúmeros desafios em muitas das organizações, como por exemplo: a forma de como as empresas são geridas, o modo de como o produto é desenvolvido, que tecnologias são utilizadas e o nível de atenção cedida às expectativas dos clientes. De modo a superar estes desafios, as empresas veem-se na necessidade de implementar novas estratégias para permanecerem competitivas no mercado atual. Algumas dessas estratégias focam-se maioritariamente em melhorar a eficiência dos seus processos operacionais com o objetivo de conseguir apresentar custos, produtos com qualidade e uma entrega viável num nível competitivo, de acordo com o mercado em que se encontram [11].

Contudo, para tudo isto ser possível, é essencial que as mesmas simplifiquem e melhorem os seus processos de produção, adotando novas estratégias e práticas de melhoria contínua que permitam a identificação de atividades que não acrescentem valor à empresa, sendo assim possível melhorar as mesmas [11].

De seguida, são apresentados nos seguintes capítulos alguns conceitos sobre as técnicas de TQM e Seis sigma, pelo facto de estas possuírem ferramentas e estratégias de operação que permitem melhorar continuamente os processos ao minimizar os desperdícios e recursos utilizados, aumentar a satisfação do cliente e melhorar os resultados financeiros das organizações [12].

2.1.1. Total Quality Management

Durante a 2ª guerra mundial, houve um ênfase dado por parte das organizações aos aspetos relacionados com o controlo da qualidade dos seus produtos [13]. Por volta de 1980, W. Edward Deming levou as suas ideias de gestão de organizações para o Japão, onde as mesmas visam procurar aumentar a qualidade e produtividade na indústria. Mais tarde, o conjunto das suas ideias e práticas

chamado *Total Quality Management* (TQM) foi adotado em várias empresas, tendo ganho popularidade até aos dias de hoje [14].

O TQM pode ser descrito como um conjunto de práticas, princípios e métodos que as organizações implementam, com o objetivo de melhorar continuamente a sua capacidade de fornecer aos clientes produtos de elevada qualidade [15].

Contudo, devido à elevada popularidade que teve entre as organizações, surgiram diferentes definições sobre TQM, tais como [12, 15]:

- “...uma cultura empresarial, a qual é caracterizada pelo aumento da satisfação do cliente, através de práticas de melhoria contínua impostas por todos os funcionários da empresa.”
- “TQM é uma filosofia de gestão e um conjunto de práticas a ser adotadas pela empresa que têm como objetivo usar os recursos disponíveis, quer humanos quer materiais, da maneira mais eficaz para atingir os objetivos da empresa”

Um dos métodos/práticas desenvolvido por Deming foi o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Action*), que é utilizado para controlar e melhorar continuamente os processos e produtos nas organizações [15]. Porém, este ciclo trata-se de uma adaptação do ciclo desenvolvido por Walter Shewhart chamado PDSA (*Plan-Do-Study-Act*), tendo este sido alterado e reconhecido como sendo o ciclo de Deming [11]. Este ciclo pode ser visualizado na seguinte figura:



Figura 2.1 - Ciclo PDCA

O ciclo de Deming encontra-se dividido em quatro fases distintas [15, 16]:

1. **Plan (Planejar):** Nesta primeira fase é identificado e analisado o problema em questão. De seguida são estabelecidos objetivos e planeadas ações que possam vir a permitir atingir os mesmos dentro do prazo estabelecido.
2. **Do (Executar):** No segundo passo, é implementado o plano previamente estabelecido de modo a atingir o objetivo e realizadas as suas ações. Nesta fase é recolhida informação que possa vir a ser útil nas seguintes fases.
3. **Check (Verificar):** Na terceira fase do ciclo, são monitorizados e analisados os resultados das ações implementadas no passo anterior. A realização da análise e monitorização das atividades e ações, permite que exista um controlo do nível de satisfação dos objetivos.
4. **Act (Atuar):** Neste último passo, após a realização da análise de resultados da fase anterior, são implementadas ações sobre os processos, quer estas sejam para melhorar ou corrigir os mesmos, de modo a atingir os objetivos estabelecidos.

Realizado o ciclo completo, é necessário procurar saber se os processos se encontram concordantes para concretizarem os objetivos. Deste modo, a aplicação do ciclo deverá ser realizada de forma iterativa, isto é, repetir o ciclo continuamente ao longo do tempo para que se possa vir a melhorar cada vez mais os processos [15].

2.1.2. Seis sigma

Por volta de 1980, surgiu uma grande procura por parte das diferentes indústrias e empresas em técnicas que possibilitassem aumentar a qualidade e produtividade das mesmas [14]. Deste modo, a empresa Americana de eletrónica Motorola enfrentava uma enorme concorrência por parte das empresas japonesas [17], tendo o gestor de topo da Motorola no respetivo ano, tomado a decisão de adotar técnicas e metodologias que permitissem reduzir defeitos nos seus processos de manufatura e consequentemente tornar-se competitiva no mercado [18] .

Consequentemente, o conjunto dessas técnicas e metodologias chamado Seis Sigma, foram criados por Bill Smith e Mikel Harry, engenheiros de produção na Motorola em 1987 [18]. Esta filosofia introduzida tem como base diferentes abordagens tais como: as da gestão total pela qualidade (TQM), a filosofia de Deming e o controlo estatístico do processo (SPC) [19]. Esta filosofia começou então a ser aplicada, sendo que inicialmente apenas se destinava a quatro projetos, mais especificamente em processos de produção e de desenvolvimento do produto [18]. Esses projetos foram realizados baseando-se no ciclo PDCA, de onde resultou a criação da metodologia MAIC (*Measure, Analyse, Improve, Control*). A metodologia foi aplicada contando com o apoio da gestão de topo da empresa,

infraestruturas, apoios monetários, entre outros [17]. Deste modo, a aplicação desta filosofia Seis Sigma, que ao ser utilizada como técnica para melhorar a qualidade e melhorar continuamente os processos da empresa, fez com que a Motorola atingisse os objetivos que tinha estabelecido, ganhando assim atenção por parte de outras tantas empresas [17].

Contudo, apenas anos mais tarde é que a filosofia Seis Sigma ganhou uma elevada importância, passando a ser conhecida por todas as empresas. Este acontecimento deve-se ao facto da General Eletric (GE), adotar esta filosofia para a sua empresa, tornando assim esta a sua prioridade nos próximos anos que viriam [19]. A implementação desta na sua empresa veio a contribuir para o enriquecimento da metodologia MAIC, acrescentando a fase *Define* (mudando assim para DMAIC). Esta contribuição deve-se ao facto da metodologia MAIC não apresentar uma fase que permitisse justificar o porquê de dar início a certos projetos (não se realizava a definição do problema) [19].

Pode-se definir o ciclo DMAIC como sendo uma adaptação do ciclo PDCA, sendo que esta permite compreender como incorporar um conjunto de técnicas e ferramentas num âmbito de melhoria contínua [18]. Esta metodologia é especialmente utilizada para controlo de projetos, onde a filosofia Seis Sigma esteja a ser utilizada, sendo o seu objetivo melhorar continuamente um produto ou processo já existente, sem que haja necessidade de redesenhar a estrutura do mesmo [20].

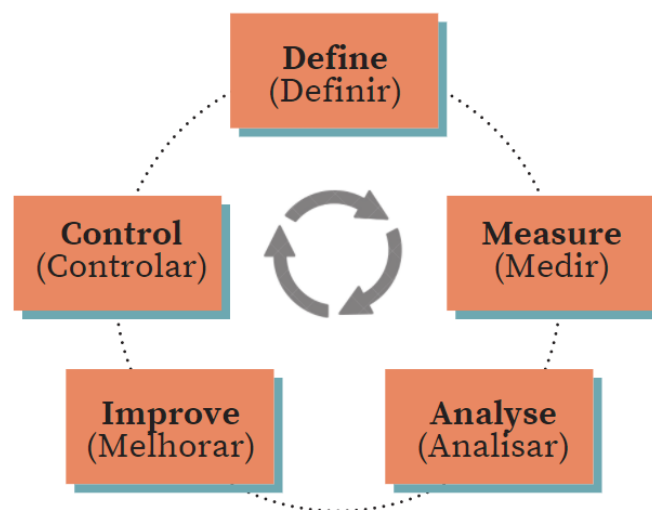


Figura 2.2 - Ciclo DMAIC

O ciclo DMAIC encontra-se dividido em 5 fases distintas [20, 21]:

1. **Define (Definir):** Nesta primeira fase são definidos aspetos importantes do projeto ao qual se pretende aplicar a metodologia, tais como o propósito do mesmo, âmbito, objetivos, expectativas, recursos necessários e as datas iniciais e finais do respetivo projeto.

2. **Measure (Medir):** A segunda fase do ciclo destina-se à medição do desempenho dos processos e atividades. Nesta fase é importante identificar métricas e os respetivos dados para que se possa registar o nível de desempenho e eficácia atuais.
3. **Analyse (Analisar):** A terceira fase do ciclo é responsável por analisar as métricas/dados anteriormente recolhidos e identificar possíveis problemas. Por fim, é realizada uma análise mais detalhada e uma verificação da causa raiz desses mesmos problemas.
4. **Improve (Melhorar):** Na quarta fase do ciclo, após a análise dos problemas detetados e das suas causas, são identificadas soluções que possam vir a melhorar o processo e eliminar a causa dos problemas. Uma vez identificadas possíveis soluções, são realizados testes à implementação das mesmas com o intuito de verificar qual a que irá trazer maior benefício. Sendo escolhida a solução, realizam-se planos da sua implementação.
5. **Control (Controlar):** Por fim, após a implementação de ações de melhoria é realizado o controlo do processo/atividade de modo a verificar se as ações implementadas tiveram impacto. São documentadas também as práticas realizadas que serviram para melhorar os processos, podendo assim aplicar as mesmas a outros.

O sucesso da implementação da filosofia Seis Sigma em melhorar processos tanto a nível da qualidade como da produtividade teve impacto nas empresas, passando a GE a explorar outras áreas de aplicação, tendo introduzindo esta filosofia nas áreas da saúde, vendas, financeira, manufatura e serviços [19].

Devido à popularização e à elevada aplicabilidade desta filosofia um pouco por todo o mundo, foram surgindo inúmeras definições sobre a mesma do ponto de vista de alguns autores e instituições:

- “O Seis Sigma é uma estrutura meso-paralela e organizada que visa reduzir a variabilidade nos processos organizacionais através da utilização de uma estrutura humana especializada no desenvolvimento de ações de melhoria, de métodos estruturados e de métricas de avaliação do desempenho, com o objetivo de assegurar que os objetivos estratégicos sejam atingidos” [20].
- “O Seis Sigma é uma metodologia rigorosa e disciplinada que através do uso de dados e da respetiva análise estatística, monitoriza e melhora o desempenho operacional da empresa através da identificação e respetiva eliminação de “defeitos” nos processos de fabrico e serviços associados.” [20] .

2.2. Avaliação de desempenho

Devido à elevada competitividade sentida nos mercados, tem vindo a surgir o interesse em técnicas e ferramentas que possibilitem obter um melhor controlo e supervisionamento do desempenho das

empresas [5]. A procura por técnicas e ferramentas de controlo e visualização do desempenho tem como objetivo permitir às empresas a identificação de lacunas nos seus processos, permitindo uma maior organização dos seus recursos, potenciando assim possíveis melhorias nos mesmos [22]. O uso dos KPIs surge como forma de avaliar e quantificar o desempenho dos processos que se pretendem monitorizar, relativamente a um conjunto de objetivos previamente estabelecidos [23].

O uso destas métricas tem vindo a ser adotado em diversas áreas tais como: a educação, agricultura [9], serviço financeiro [24], transportes [25], indústria [26], saúde [27], cadeia de abastecimento, gestão de risco e construção [28].

2.3. Medidas de desempenho

Existem diferentes métricas para medir o desempenho nos processos pretendidos, contudo, por vezes são confundidas e utilizadas de forma incorreta, causando às empresas uma falsa monitorização, deixando assim de cumprir os objetivos inicialmente estabelecidos, pelo que é necessário especificar os diferentes tipos de medidas de desempenho [8, 29]:

- **Key Result Indicator (KRIs):** indicam os resultados obtidos pela empresa, sendo deste modo possível verificar se os processos em monitorização se encontram concordantes com o plano estabelecido [30].
- **Result Indicator (RIs):** indicam os resultados obtidos de uma forma mais geral de todos os processos em análise [29].
- **Key Performance Indicators (KPIs):** indicadores de desempenho com foco nas atividades críticas da empresa que possam vir a potencializar o seu desempenho [30]. Estes indicadores demonstram o desempenho atual dos processos em relação a objetivos previamente estabelecidos, permitindo aos gestores das empresas saber onde atuar para obter melhores resultados.
- **Performance Indicators (PIs):** indicadores de desempenho que complementam os KPIs da empresa, e que ajudam a mesma a perceber se está conforme em relação à estratégia implementada [30].

Desta forma, é possível categorizar as diferentes medidas de desempenho, diferenciando-se maioritariamente no tipo de informação apresentada, sendo esta categorizada de acordo com a sua generalidade/especificidade como demonstrado na figura 2.3:

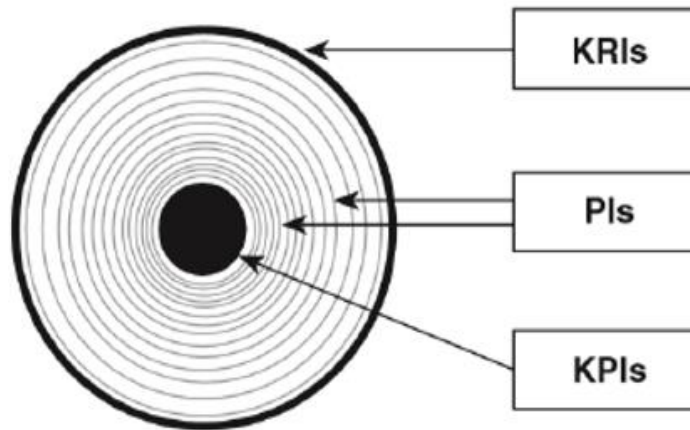


Figura 2.3 - Tipos de medidas de desempenho (Adaptado de [29])

Contudo, os indicadores podem ainda ser diferenciados como sendo *leading indicators*, *lagging indicators* e *diagnostic indicators*. Os *leading indicators* são um tipo de indicador que permitem à identidade responsável verificar possíveis falhas nas atividades que pretendem medir o desempenho, durante verificações periódicas ao estado dessas atividades [31]. Desta forma, os *leading indicators* permitem às empresas alterar as suas estratégias e formas de operação em certas atividades antes que estas sigam um caminho que não permita alcançar os objetivos da empresa.

Por outro lado, existem os *lagging indicators*, sendo que estes indicadores revelam a razão pela qual a atividade a ser monitorizada não conseguiu cumprir os requisitos estabelecidos para a mesma [31]. Porém, os *lagging indicators* permitem às empresas corrigir os aspetos que causaram as atividades monitorizadas a não terem o desempenho esperado.

Existem ainda os *diagnostic indicators*, que acabam por refletir o estado atual das atividades/processos que estão a ser monitorizados [28]. Estes são indicadores que são medidos em tempo real ou com uma periodicidade reduzida, de modo a que os responsáveis possam verificar de forma regular o estado das suas atividades/processos.

2.4. Key performance indicators

Como referido anteriormente, a procura por estratégias e ferramentas para controlo e monitorização tem vindo a aumentar. Mais recentemente, o uso dos KPIs como métrica de controlo tem vindo a ser muito mais recorrente devido ao rápido crescimento e adaptação das empresas aos conceitos da indústria 4.0, que visa o acesso à informação por via tecnológica [32], facilitando bastante o uso destes.

Assim sendo, o uso dos KPIs por parte das empresas, torna-se numa ferramenta de elevada importância para a sua gestão, pois através do seu uso é possível separar a informação não útil da útil,

oferecendo aos gestores das empresa uma visão transparente e indicando como é capaz de melhorar os processos [22]. Contudo, os KPIs podem também ser utilizados na vertente de análise de risco, uma vez que demonstram onde existem problemas nos processos causadores de atrasos e de mau funcionamento na empresa (*bottleneck*) [33].

Os KPIs são métricas que definem o estado do processo a ser estudado em comparação com um objetivo previamente estabelecido [34].

2.4.1. Características dos KPIs

Para que os gestores de topo possam garantir a boa organização e gestão das suas empresas é necessário que os mesmos saibam em que estado se encontram os processos que estão a ser monitorizados. Desta forma, é necessário haver informação em que possam confiar e utilizar de maneira proveitosa para gerir as suas empresas [7]. Para que tudo isto seja possível, os KPIs deverão dispor de algumas características que potenciem o seu uso de uma forma mais correta, sendo essas conhecidas por SMART (*specific, measurable, achievable, relevant, time-specific*) [28]:

- ***Specific* (Específicos e claros):** os KPIs devem expressar clareza e serem específicos no que se pretende medir.
- ***Measurable* (Mensuráveis):** devem permitir que sejam medidos, isto é, evitar subjetividades e beneficiar o uso de KPIs quantitativos.
- ***Achievable* (Alcançáveis):** devem permitir que se chegue ao objetivo estabelecido para melhorar o processo a ser monitorizado.
- ***Relevant* (Relevantes):** devem ser relevantes para o estudo em questão, de modo a poderem contribuir para alcançar os seus objetivos.
- ***Time-specific* (Deverão estar relacionados com aspetos temporais):** deverão especificar quando é que se pretende alcançar o objetivo para uma melhor organização.

Para obter uma visão mais completa e geral sobre os KPIs, são ainda utilizadas mais duas características para defini-los, complementando desse modo a regra para SMARTER (acrescentado à regra anterior os elementos *explainable/evaluated* e *relative/reviewed*) [4]:

- ***Explainable* ou *evaluated* (explicativos ou informativos):** os KPIs deverão ser entendidos por todos os envolvidos da empresa, com o intuito de se perceber o estado dos processos relativamente ao objetivo a que se pretende atingir.
- ***Relative* ou *reviewed* (relativos ou examinados):** os KPIs deverão ser métricas relativas para que possam acompanhar o crescimento da empresa, podendo ser realizada uma revisão periódica.

Contudo, para além das características anteriormente mencionadas, o autor David Parmenter (2020) especifica outras sete que acha que os KPIs deverão possuir, tirando essa conclusão após a realização de um estudo com participantes da maior parte das áreas de atuação [30]:

1. ***NonFinancial (medidas não financeiras)***: os KPIs não deverão ser especificados em medidas monetárias. Contudo relações entre medidas monetárias e outros tipos de medidas poderão se utilizados (como por exemplo euro/hora).
2. ***Timely (deverão ser medidas periódicas)***: os KPIs deverão ser medidos numa base periódica, sendo preferencialmente esta uma prática frequente. Podem ser medidos por exemplo numa base diária ou semanal.
3. ***CEO Focus (medidas orientadas para o CEO e alta gestão)***: o uso de KPIs tem como público alvo os altos níveis de gestão, sendo necessário que estes estejam orientados para os mesmos e não para um nível hierárquico mais baixo.
4. ***Simple (simples)***: os KPIs deverão ser definidos de uma forma simples e de fácil compreensão, facilitando assim a realização de atividades para corrigir os valores do KPI.
5. ***Team based (associados a equipas)***: para garantir o bom funcionamentos do uso dos KPIs, são atribuídas equipas responsáveis para controlar os mesmos.
6. ***Significant impact (deverão ter impacto)***: a medida realizada pelo KPI deverá ter impacto nos diversos objetivos estabelecidos pela empresa, quer estes sejam positivos ou negativos.
7. ***Encourages appropriate action (incentivam a ação apropriada)***: os resultados provenientes dos KPIs deverão contribuir para a realização de ações de melhoria, para que a empresa possa progredir em direção aos seus objetivos.

As características acima mencionadas que os KPIs devem dispor têm um uso muito geral, sendo a regra SMART inicialmente apresentada com o intuito de definir objetivos para a gestão de projetos, sendo depois adaptada para definir características dos KPIs [28]. Porém, as características de Parmenter são aplicáveis às diferentes atividades realizadas, podendo estas ser praticadas por empresas públicas ou privadas, quer sejam serviços ou indústrias [30].

2.4.2. Tipos de KPIs

Apresentadas as características estabelecidas pela regra SMART(ER) e do autor Parmenter, é possível ainda caracterizar de uma forma mais detalhada os KPIs que irão proceder ao processo de avaliação das atividades escolhidas. Existem diferentes tipos, podendo estes serem classificados de forma quantitativa ou qualitativa, sendo a mais comum a classificação quantitativa por permitir realizar comparações menos subjetivas. Ao descrever os KPIs de forma quantitativa, é possível diferenciá-los em medidas absolutas e em medidas relativas, como é possível verificar na figura 2.4.

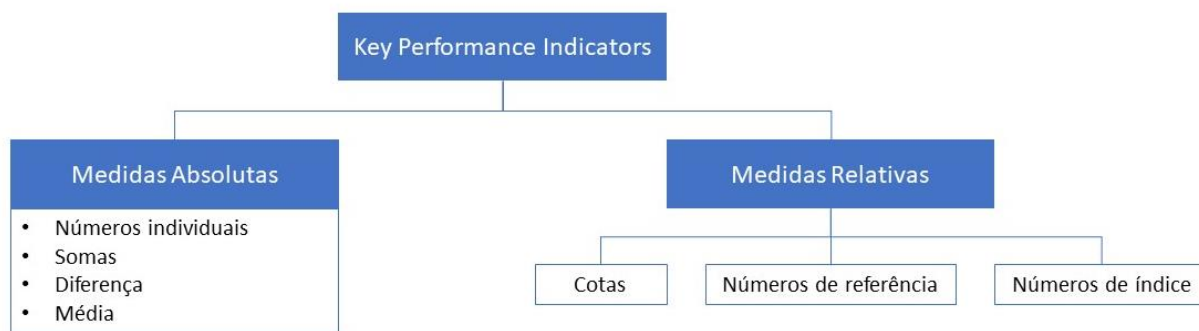


Figura 2.4 - Tipos de *Key Performance Indicators* (Adaptado de [22])

As medidas absolutas são medidas independentes de todos os outros indicadores, podendo estas ser apenas números ou resultar de cálculos tais como: somas, diferenças e médias. No entanto, realizar a medição de forma absoluta pode não ser o mais preciso para retirar informação sobre o estado das atividades e, portanto, podem ser utilizadas medidas relativas para a monitorização. Estas medidas, tomam um ponto de referência para a realização de comparações entre outros indicadores, podendo ser cotas (rácios entre um indicador relativamente ao conjunto de todos os indicadores), números de referência (rácios entre indicadores iguais) e números de índice (comparam aspetos temporais) [22].

2.4.3. Dificuldades e desafios no uso de KPIs

Embora os KPIs sejam vistos como uma ferramenta capaz de auxiliar as empresas na medição do desempenho para melhorar as suas atividades/processos, existem ainda dificuldades e desafios que estas enfrentam desde o início da sua implementação até ao uso final da informação obtida.

A gestão de topo, como responsável pelo desempenho das atividades/processos nas suas empresas, deve ter conhecimento sobre os KPIs que se pretendem implementar e assimilar os aspetos mais importantes, tais como: a quantidade de KPIs a medir, a periodicidade de medição e a forma de como devem ser medidos. A falta de compreensão de alguns aspetos por parte da gestão de topo causa por vezes a perda de credibilidade sobre os KPIs, não tirando proveito destes. Deste modo, é sugerido que durante os primeiros meses de implementação dos KPIs, seja feito um acompanhamento reforçado com os gestores de outras áreas para esclarecer qualquer dúvida que os gestores de topo possam vir a ter [28].

O processo de escolha é considerado difícil de realizar, devido ao facto de existir um grande número de KPIs que podem vir a ser utilizados nas empresas, o que pode originar que haja adversidades relativamente à obtenção de um consenso relativamente à sua escolha. Porém, a sua escolha deve ser ponderada e bem analisada, visto que o autor Parmenter sugere a existência de um número máximo de

10 KPIs para avaliar o desempenho da empresa, permitindo assim focar nesse número reduzido e não dispersar e despender recursos a mais por possuir um número elevado de KPIs [28, 30].

O processo habitual de escolha por parte dos gestores de topo, é centralizado nos KPIs que apresentem maior facilidade de obtenção de dados e tendo como foco aspetos temporais e de custos, sendo essa escolha que pode vir a causar pouco impacto no processo de tomada de decisão para melhorar o desempenho das atividades [28].

O tópico de avaliação de desempenho e do uso dos KPIs deve ser explicado e bem adotado pelas empresas, visto que por vezes este tópico está associado ao controlo dos colaboradores, tendo como intuito determinar o responsável pelo qual certa atividade/processo não atingiu os objetivos estabelecidos pela empresa. Associado a este estigma, é possível que os KPIs venham a ser escolhidos de forma a demonstrar apenas as atividades/processos que se encontram em conformidade com os objetivos estabelecidos. Deste modo, é importante que as empresas clarifiquem que a atividade de medição e monitorização de desempenho, através do uso dos KPIs, tem o propósito de encontrar falhas nos processos e identificar oportunidades de melhoria, e não responsabilizar os colaboradores [28].

2.4.4. Listagem dos KPIs

Antes de seleccionar os KPIs, é necessário proceder à listagem dos mesmos, de modo a avaliar os que melhor se adequam e servem os interesses da empresa, nas diferentes áreas de atuação. Deste modo, são apresentados três métodos utilizados recorrentemente nas diversas áreas das empresas para a listagem de possíveis KPIs:

- **Literatura científica:** a pesquisa por KPIs na literatura científica, é uma prática habitual para listar os mesmos pois, para além de abranger as diferentes áreas em que a pesquisa se concentra, esta proporciona também detalhes quantitativos e qualitativos que ajudam a sua interpretação [35, 36].
- **Entrevistas:** a realização de entrevistas é uma técnica frequentemente utilizada para a obtenção de informações sobre possíveis KPIs a utilizar na empresa/área em questão. Este método é classificado como sendo qualitativo, uma vez que apenas recolhe informação subjetiva dos inquiridos [37, 38]. As entrevistas podem ser categorizadas como sendo estruturadas ou semiestruturadas, sendo que a diferença entre estas é o facto de nas entrevistas semiestruturadas não só combinar perguntas predefinidas (como as que se usam nas estruturadas) como também permitir ao inquirido abordar questões e tópicos relacionados, o que não se verifica nas entrevistas estruturadas [39].
- **Questionários:** para além das técnicas acima mencionadas, os questionários são utilizados para recolha de informação quantitativa. O uso dos questionários, para além de permitir listar KPIs,

pode ser também utilizado para recolher informações sobre KPIs existentes, como é o caso o estado do desempenho atual [30]. O uso desta ferramenta, em combinação com a realização das entrevistas, permite obter uma visão quantitativa e qualitativa de informações relevantes para a listagem [37].

Através da aplicação das metodologias acima mencionadas, é possível listar um conjunto de KPIs que se adequam à área e aos processos realizados bem como um conjunto de informações que permitam a sua compreensão e implementação.

2.5. Sistemas de avaliação de desempenho

Com o objetivo de ganhar vantagem competitiva perante os concorrentes, os gestores das empresas apostam na adoção de técnicas e métodos, tais como a avaliação de desempenho, que permitam gerir todas as atividades que se realizam e verificar se estas vão ao encontro dos objetivos estabelecidos [32]. Deste modo, pode-se definir a avaliação de desempenho como sendo uma atividade sistemática, que consiste em quantificar, de forma eficaz e eficiente, um conceito ou uma ação. Assim, para a realização da medição de desempenho são utilizados sistemas de medição de desempenho (PMS) de forma a tirar partido e beneficiar da informação disponível, alterando deste modo as empresas, ao tornar as mesmas em organizações mais transparentes [40].

Deste modo, são analisados nos seguintes subcapítulos dois modelos de medição de desempenho frequentemente utilizados nas diversas áreas.

2.5.1. *Balanced Scorecard*

No ano de 1987, foi criado o prémio *Malcom Baldrige* com o intuito de consciencializar a importância da qualidade, reconhecendo empresas que apresentem altos níveis de qualidade e ainda divulgar estratégias que tenham sido bem-sucedidas. Desta forma, ao longo dos anos, foram realizados diversos estudos com o objetivo de estudar o uso de informação financeira com informação não financeira e qual o impacto na medição de desempenho das empresas [41].

Foi em 1990 que o *Balanced Scorecard* (BSC) foi criado por Robert Kaplan e David Norton, inicialmente usado como um PMS. Este sistema ganhou notoriedade perante as empresas após uma publicação dos autores em 1992 num artigo da *Harvard Business Review*, dando a conhecer qual o seu uso, objetivos e potencial [41].

O BSC tem como objetivo traduzir os objetivos estratégicos da empresa num conjunto de métricas, mais conhecidos por KPIs. Esta ferramenta é frequentemente utilizada devido ao facto de ser possível verificar o desempenho das atividades, quer em termos financeiros como em termos não financeiros.

Deste modo, o BSC está dividido em 4 perspectivas que abrangem todo o tipo de atividades da empresa, como demonstrado na figura 2.5 [41, 42]:

- **Financeira:** nesta perspectiva estão inseridos KPIs financeiros, como por exemplo o lucro e o retorno de investimento, que permitem passar uma imagem do sucesso financeiro da empresa aos acionistas.
- **Processos internos:** na perspectiva de processos internos encontram-se KPIs que traduzem a eficácia e eficiência das operações realizadas na empresa, garantindo que vão ao encontro das expectativas e requisitos impostos tanto pela própria empresa como pelo cliente. São utilizados KPIs como é o caso da produtividade e eficiência.
- **Aprendizagem e crescimento:** esta perspectiva refere-se à infraestrutura e meios disponíveis que a empresa dispõe, quer seja em termos físicos, humanos ou procedimentos organizacionais. Neste sentido, encontram-se KPIs relativos ao desempenho de funcionários e ao seu desenvolvimento dentro da empresa, como é o caso da satisfação dos funcionários, horas de treino e taxa de retenção.
- **Clientes:** esta perspectiva baseia-se nas medidas necessárias para satisfazer os requisitos impostos pelo cliente e permanecer competitivo no mercado. Nesta perspectiva usam-se KPIs direcionados para o cliente como por exemplo a satisfação do mesmo e a retenção de clientes.

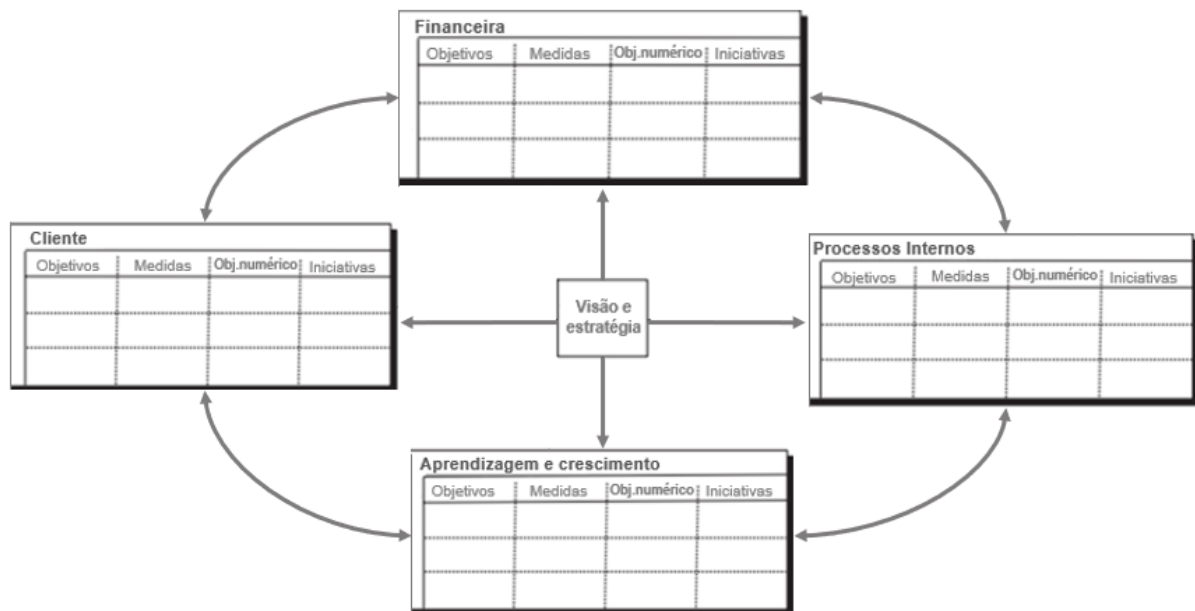


Figura 2.5 - *Balanced Scorecard* (Adaptado de [41])

Os autores Robert Kaplan e David Norton realizaram a divisão do BSC nestas 4 categorias, pois para além de combinar perspetivas financeiras com não financeiras, têm também em consideração a duração de implementação das estratégias, variando estas de curto a longo prazo [43].

O BSC é assim uma ferramenta útil para a gestão das empresas, permitindo a comunicação e controlo das estratégias adotadas, e também verificar quais os efeitos que estas provocam via controlo de desempenho através do uso de KPIs nas diversas categorias [40, 44].

2.5.2. *Strategy Maps*

Durante o uso do BSC, procura-se saber quais os objetivos que têm maior impacto entre si, bem como quais os impactos das ações nos mesmos, de forma a poder melhorar o desempenho da empresa. Como referido anteriormente, esta ferramenta apresenta uma relação de causa e efeito, existindo assim todo o interesse para com os gestores identificar este tipo de relações, de forma a verificar quais as estratégias que têm maior sucesso e que conduzem à realização dos objetivos estabelecidos.

Desta forma, os autores Robert Kaplan e David Norton introduziram esta ideia de realizar comparações entre causa e efeito no âmbito do BSC, criando assim o *Strategy Map* [41]. O *Strategy Map* pode ser definido como sendo uma ferramenta de gestão que apresenta uma estrutura lógica e compreensiva, especificando as relações causais entre os objetivos da empresa descritos nas 4 perspetivas do BSC, sendo estas representadas pelas setas como ilustrado na figura 2.6 [43, 45]:

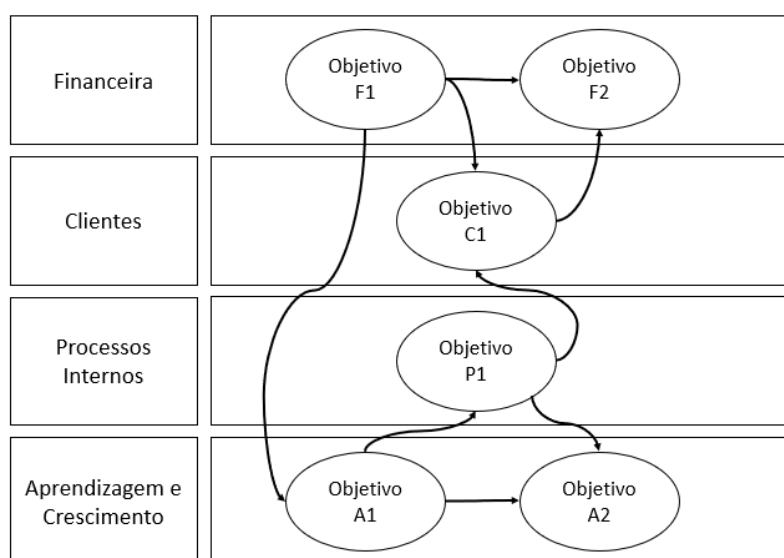


Figura 2.6 - Exemplo de um *Strategy Map* (Adaptado de [43])

Esta ferramenta é frequentemente utilizada pelas empresas para uma melhor execução das suas estratégias nos PMS, trazendo vantagens para as mesmas. O *Strategy Map* ao permitir a visualização das relações entre os diferentes objetivos, permite aos gestores identificar quais as relações existentes e

os impactos que estas apresentam. Desta forma, o seu uso vem a facilitar o trabalho aos gestores, auxiliando-os no processo de tomada de decisão relativamente às estratégias a adotar. Consequentemente, o uso do *Strategy Map*, permite que as decisões venham a ser realizadas de forma mais consistente, visto que se tem uma melhor visão sobre os objetivos estratégicos, e a facilitar a gestão de relações causais entre KPIs no seu PMS [45, 46].

Contudo, devido às diferentes mudanças que as diferentes organizações vêm a sofrer ao longo do tempo, é necessário ter em consideração que um *Strategy Map* é válido num certo horizonte temporal, havendo a necessidade de o atualizar periodicamente de modo a que este continue a fazer sentido e permita retirar conclusões válidas [46].

2.6. Sistemas de Informação

Os sistemas de informação empresariais (*Enterprise Information Systems* - EIS) surgiram na década de 1960, altura onde foi introduzido o uso dos computadores nas diversas áreas da indústria. O uso destes sistemas era utilizado maioritariamente para processar e armazenar grandes quantidades de informação, visto que estas atividades eram realizadas manualmente, necessitando de um elevado período de tempo e de recursos para serem concluídas. Contudo, com o uso contínuo ao longo dos anos, esta ferramenta começou a ser utilizada em outras atividades, tais como: o processamento das listas de materiais, controlo do inventário e realizações de previsões relativas aos materiais e inventário disponível [47]. Visto esta ferramenta ser versátil para o tipo de uso que se pretende dar, a mesma tem vindo a ganhar popularidade nas últimas décadas por parte de organizações, empresas e comunidade científica [48]. Devido à sua elevada adoção por diversos utilizadores e diferentes áreas de aplicação, foram surgindo diversas definições sobre o que é um sistema de informação:

“Um sistema de informação apresenta uma base de dados central comum, apoiando desta forma todas as atividades realizadas nos diversos departamentos da empresa ao permitir que seja partilhada e visualizada informação dos diversos departamentos” [48]

“Um sistema de *software* de gestão de negócios que abrange módulos de apoio a áreas funcionais da empresa como por exemplo o planeamento, manufatura, vendas, marketing, gestão de recursos humanos...” [47]

Deste modo, o uso de EIS permite aos gestores e às suas empresas melhorar o desempenho das atividades realizadas e o seu processo de tomada de decisão, ao permitir partilhar e consultar informações entre os departamentos da empresa e com os seus parceiros de negócios, facilitando e acelerando o processo de partilha de informação e de digitalização da mesma [48].

Os EIS são maioritariamente constituídos por 6 tipos de sistemas de informação [48]:

- **Enterprise Resource Planning (ERP)** -Sistema de planeamento de recursos empresariais;
- **Supply Chain Management (SCM)** -Sistema de gestão da cadeia de abastecimento;
- **Manufacturing Execution Systems (MES)** -Sistema de execução e fabricação;
- **Customer Relationship Management (CRM)** -Sistemas de gestão do relacionamento com o cliente;
- **Product Lifecycle Management (PLM)** -Sistema de gestão do ciclo de vida do produto;
- **Business Intelligence (BI)** -Inteligência de negócios.

Serão abordados nos seguintes subcapítulos conceitos relativos aos sistemas ERP e BI, bem como o uso de *Dashboards* utilizados que permitam a visualização de informação.

2.6.1. Sistemas ERP

Os sistemas ERP surgiram na década de 1990, com o intuito de auxiliar as empresas a reestruturarem a sua organização do trabalho, através do uso das tecnologias de comunicação de informação (*Information Communication Technology* - ICT). Os sistemas ERP podem ser definidos como sendo parte de um conjunto de módulos de *software* que apresenta uma base de dados centralizada, permitindo às empresas partilhar informação de uma forma transparente entre os departamentos, o que possibilita às mesmas uma gestão dos recursos de uma forma eficaz e eficiente por meio da reengenharia de processos e automação [49, 50].

Existe cada vez mais a adoção do uso destes sistemas, sendo que não se destinam apenas ao uso nas grandes empresas, mas também ao uso das pequenas e médias empresas. O seu uso tem vindo a crescer pelo facto de trazer benefícios para as empresas, tais como a melhoria do desempenho, melhor satisfação do cliente, aumento da eficiência e eficácia da empresa, redução de custos e melhoria dos tempos de resposta ao cliente [49, 51]. Todos estes benefícios são possíveis de atingir devido ao sistema fornecer e facilitar o uso de informação em todos os departamentos da empresa. Contudo, é necessário perceber qual a informação que possa vir a beneficiar a empresa, pelo que será importante a implementação de KPIs para uma melhor compreensão.

Implementar um sistema ERP nas empresas requer que haja uma boa gestão e planeamento em todos os aspetos, uma vez que o uso destes envolve inovação tecnológica e mudanças na organização, tanto a nível organizacional como a nível pessoal. Outra desvantagem da implementação destes sistemas é o facto de requererem um investimento financeiro inicial elevado e o facto da implementação destes sistemas ser demorado [49].

2.6.2. *Business Intelligence*

O conceito de *Business Intelligence* (BI) surgiu por volta de 1970, onde era apenas conhecido como um sistema utilizado para reportar dados. Mais tarde, em 1980, com o aumento da popularidade do uso dos EIS, foram adicionadas novas capacidades ao sistema, dando a conhecer aos gestores de topo informações como relatórios, previsões e análises de tendências. Com o passar dos anos foram-se adicionando novas capacidades ao sistema, sendo que no ano de 1990 a empresa Gartner Group passou a denominar a este tipo de sistema *Business Intelligence*. Este dispunha da capacidade de: apresentar soluções de armazenamento de dados, ferramentas de extração, transformação e carregamento de dados no sistema (*Extract, Transform and Load* - ETL) e ainda era usado como *software* de processamento analítico online (*Online Analytical Processing* - OLAP) [47, 52].

Contudo, por volta do ano 2000, surge a segunda geração do *Business Intelligence*, cujo sistema apresentava maior velocidade de processamento de dados e novas formas de tratamento e visualização de dados. Porém, devido ao rápido crescimento tecnológico e ao aumento da complexidade dos sistemas que se vem a sentir até aos dias de hoje, houve a necessidade de implementar novas ferramentas que permitissem uma análise rápida de um grande conjunto de dados, conhecidos como *Big Data* [47]. Outra ferramenta tecnológica que vem a contribuir para resolver o problema da análise de grandes quantidades de dados é a inteligência artificial, permitindo que seja realizada uma análise rápida e detalhada dos dados obtidos através de mecanismos de *software* [52].

Deste modo, o conceito de *Business Intelligence* pode ser definido como [53]:

“Um conjunto de metodologias, processos, arquiteturas e tecnologias que têm como objetivo transformar dados em bruto em informação relevante e útil para que se possa obter uma visão mais eficaz a nível estratégico, tático e operacional no processo de tomada de decisão.”

“Um termo abrangente para descrever conceitos e métodos de forma a melhorar o processo de tomada de decisão ao usar sistemas baseados em factos. “

O uso de BI vem a permitir aos gestores e analistas o acesso interativo ao conjunto de dados, para que estes possam manipular e analisar os que acharem relevantes para os seus negócios. O uso desta ferramenta permite consultar dados históricos e atuais, bem como as situações de desempenho dos processos. Por sua vez, a análise deste conjunto de dados por parte dos gestores e analistas vem a permitir que estes obtenham uma visão mais detalhada do estado dos processos e atividades das empresas, orientando-os para uma melhor e fundamentada tomada de decisão. Desta forma, o uso de BI permite a transformação dos dados em informação, a informação em decisões e as decisões em ações, estando todas estas fases interligadas [52].

2.6.3. Dashboards

Devido aos avanços tecnológicos e ao aumento da complexidade dos sistemas de informação, houve a necessidade por parte das empresas de adotar metodologias e o uso de ferramentas para poder tirar partido dos seus sistemas de informação. Porém, uma das adversidades é o facto de estes estarem sobrecarregados de dados em bruto, que através da realização de uma análise direta podem não apresentar informações relevantes para a melhoria e controlo dos processos. Desta forma, o uso de KPIs permite que haja uma visão mais detalhada sobre o desempenho do processo em análise, levando assim aos gestores e responsáveis a responsabilidade de refletir sobre os mesmos e não apenas visualizar elevadas quantidades de informação sem qualquer conclusão. Surge assim desta necessidade o início do uso dos Painéis de controlo de desempenho (*Performance Dashboards*) [28, 54].

A ideia de usar *dashboards* digitais surgiu na década de 1970, devido ao uso dos sistemas de apoio à decisão. Contudo, apenas 20 anos depois, os mesmos começaram a ganhar popularidade devido ao facto de existirem grandes avanços tecnológicos. Nesta altura, os *dashboards* eram maioritariamente usados para rastrear fluxos dos processos e para as empresas se certificarem se as suas estratégias estavam a ser bem implementadas. Porém, com o aparecimento dos conceitos dos KPIs por parte das publicações dos autores Robert S. Kaplan e David P. Norton, o conceito de *dashboard* mudou, tendo sido este mais orientado para a sua visualização [28].

Os *dashboards* são usados em diferentes áreas devido à utilidade que estes têm, como por exemplo em hospitais, museus e diversos tipos de indústrias. Contudo, apesar dos diversos tipos de utilização a que se destina, estes podem ser definidos como sendo um mecanismo de visualização utilizado em sistemas de medição de desempenho num contexto operacional, servindo assim para medir e comparar o estado do processo atual relativamente aos objetivos e limites estabelecidos [10, 28].

Para ser possível retirar conclusões e beneficiar do uso dos *dashboards*, os mesmos têm de ser bem projetados, sendo que o mais indicado é recorrer a um especialista para o fazer de acordo com os princípios de usabilidade que existem, de modo a permitir que o sistema seja fácil de utilizar e apresentar informações de forma relevante. Por sua vez, os *dashboards* estão divididos em 3 categorias de modo a potencializar o uso da informação [28]:

- **Operacional:** *dashboard* orientado para supervisores e especialistas de processos, que estejam diretamente em contacto com os mesmos. É apresentada informação com detalhe e KPIs que sejam úteis, geralmente atualizados numa base diária. Este tipo de *dashboards* tem como principal objetivo a monitorização direta dos processos.
- **Táticos:** este tipo de *dashboard* tem como objetivo analisar o desempenho das atividades realizadas por departamento, sendo possível realizar comparações entre os mesmos. Estes, contêm geralmente a informação já resumida e representada graficamente (barras de desempenho, semáforos e manómetros) para que os utilizadores alvo (gestores e analistas)

possam visualizar o desempenho de uma forma mais geral e identificar a causa raiz dos problemas. As informações representadas neste *dashboard* são geralmente atualizadas numa base diária/semanal.

- **Estratégico:** o uso deste *dashboard* é feito pelos gestores de topo para obter uma visão geral da empresa relativamente aos seus objetivos estratégicos estabelecidos. Normalmente são utilizadas as ferramentas como o BSC, TQM e Seis Sigma para a execução dos objetivos estabelecidos. Este tipo de *dashboard* destina-se assim à gestão da empresa, onde as informações já resumidas deverão ser atualizadas num horizonte temporal mais alargado, nomeadamente entre algumas semanas a um mês.

Para além das 3 categorias de tipos de informação mencionadas, os *dashboards* devem ser fáceis de utilizar, não sendo necessário que a empresa disponha de recursos para treinar os seus colaboradores, sendo que estes devem compreender a informação representada por observação direta, bem como o método de obtenção da mesma e a forma de como foi analisada. Deverá também ser um sistema centralizado, isto é, deverá reunir dados e informações necessárias de vários sistemas num só, sendo que esta deverá ser apresentada de forma dinâmica e permitir que seja visualizada nos horizontes temporais pretendidos, estando sempre atualizada. Por fim, deverá permitir a fácil identificação de problemas, informando de uma forma simples e clara o utilizador dos mesmos [28, 52].

2.7. Análise multicritério de apoio à decisão na escolha de KPIs

Para as empresas beneficiarem do uso dos PMS, é crucial que estes sistemas apresentem definições claras do desempenho das atividades e que as métricas tenham elevada precisão. Desta forma, é essencial que seja realizada uma seleção rigorosa dos KPIs a serem utilizados para controlo das atividades [55].

Contudo, o processo de seleção de KPIs é uma tarefa complexa para as empresas, pois para além de ser um dos aspetos mais importantes no desenvolvimento e uso do PMS, a sua escolha deverá ser bastante seletiva, uma vez são apenas analisados um número reduzido de KPIs. Isto deve-se ao facto de se pretender evitar sobrecarregar os PMS com informações irrelevantes, permitindo assim que as empresas obtenham uma visão clara do desempenho das suas atividades. Contudo, é habitual a prática da escolha de um elevado número de KPIs para medir o desempenho da empresa por parte dos gestores, originando a necessidade de despender elevados períodos de tempo e uso de recursos para controlar os KPIs escolhidos [55].

Deste modo, visto que o número de KPIs a virem serem escolhidos representa um número finito e visto que o processo de decisão de seleção dos KPIs implica a análise de diferentes fatores a ter em consideração, pode-se afirmar que o processo é um problema *Multi-Criteria Decision-Making* (MCDM)

[56]. Desta forma, através da aplicação de modelos, é possível identificar os KPIs que maior se identificam para a resolução do problema.

2.7.1. Análise multicritério de apoio à decisão

O estudo e análise da forma de como são tomadas decisões é um tema que já perdura desde há muitos anos, permitindo assim criar conceitos, métodos e ferramentas que possibilitem auxiliar neste processo. Nesta área de apoio à decisão existem dois conceitos importantes de reter, sendo eles o *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) e o *Multi-Criteria Decision Analysis* (MCDA). Estes dois conceitos relativos à tomada de decisão, visam auxiliar os decisores na realização da análise e resolução de problemas de decisão, que impliquem o envolvimento de diferentes critérios na escolha entre diferentes alternativas [57].

Consequentemente, é necessário definir 3 conceitos no âmbito da análise multicritério de apoio à decisão:

- **Alternativas:** Opções que o decisor dispõe para a resolução do seu problema.
- **Crítérios:** Juízo de avaliação que permite ao decisor avaliar as alternativas de pontos de vista diferentes.
- **Decisor:** Sujeito responsável pela escolha da alternativa consoante os critérios estabelecidos.

O MCDM encontra-se dividido em dois conceitos, sendo estes o *Multi-Objective Decision Making* (MODM) e *Multi-Attribute Decision Making* (MADM), consoante o tipo de utilização que se pretende. O MODM é utilizado em problemas de decisão nos quais o espaço de decisão é contínuo, isto é, quando o número de alternativas é infinito. Neste caso, é comum a utilização de modelos de programação matemática com auxílio a múltiplas funções objetivo. O conceito MADM/MCDM é utilizado em problemas de decisão nos quais o espaço de decisão é discreto, isto é, quando existe um número limitado de possíveis alternativas a escolher. Nesta situação, o problema de decisão reside no facto de existir um número limitado de alternativas que são influenciadas por um conjunto de critérios [54, 55].

O uso destes conceitos no apoio de tomada à decisão pode ser resumido na resolução de três tipos de problemas diferentes [57]:

- **Ranking (Classificação):** problemas cujo objetivo a atingir seja a classificação das alternativas, de forma decrescente de preferência.
- **Sorting (Ordenação):** problemas em que se pretende diferenciar as alternativas ao atribuir uma classe para cada uma delas, de acordo com a preferência do decisor.
- **Choice (Escolha):** problemas em que a finalidade reside em escolher a(s) melhor(es) alternativa(s) do conjunto total das mesmas.

Ao longo dos anos vieram a ser desenvolvidos diversos modelos de apoio à decisão, com o intuito de facilitar o decisor a ter uma visão mais abrangente de diversos aspetos que contribuam para a sua decisão, de forma a que esta seja realizada de forma fundamentada. Deste modo, são listados alguns dos modelos de decisão [56, 57]:

- *Analytic Hierarchy Process* (AHP);
- *Analytic Network Process* (ANP);
- *Case-Based Reasoning* (CBR);
- *ELimination Et Choix Traduisant la REalite* (ELECTRE);
- *Fuzzy Set Theory*;
- *Multi-Attribute Utility Theory* (MAUT);
- *Preference ranking organization method for enrichment evaluation* (PROMETHEE);
- *Simple Multi-Attribute Rating Technique* (SMART);
- *Technique for Order Preferences by Similarity to Ideal Solutions* (TOPSIS).

Como referido anteriormente, o processo de seleção de KPIs pode ser considerado um problema MCDM, sendo apresentados alguns exemplos de estudos realizados na tabela 2.1:

Tabela 2.1- Identificação de estudos onde foram utilizados modelos de decisão para seleção de KPIs

Área	Modelo	Estudo
Seleção de KPIs na área da manutenção	ELECTRE	[57]
Classificação de KPIs na área de planeamento	TOPSIS	[61]
Seleção de KPIs para pequenas e médias empresas de abastecimento de água	ELECTRE	[62]
Seleção de KPIs na área da gestão da cadeia de abastecimento	AHP	[63]
Seleção de KPIs na área da segurança e saúde ocupacionais	AHP	[64]
Seleção de KPIs na indústria de manufatura	Fuzzy AHP	[4]
Seleção de KPIs aplicados a pequenas e médias empresas	TOPSIS	[65]
Seleção de KPIs aplicados a portos marítimos	AHP	[66]

Observando os modelos aplicados nos estudos da tabela 2.1 é possível verificar que existe maior incidência de estudos relativamente à aplicação do modelo AHP. Quanto às áreas de estudo identificadas, conclui-se que a aplicação de modelos de decisão é abrangente a um conjunto alargado de áreas no processo de seleção de KPIs.

Contudo, esta dissertação tem como objetivo a aplicação do modelo ANP no processo de seleção de KPIs, sendo assim identificados alguns estudos realizados onde o modelo ANP foi aplicado, como é possível verificar na tabela 2.2:

Tabela 2.2 - Identificação de estudos onde foram utilizados modelos de decisão ANP para seleção de KPIs

Área	Estudo
Manutenção	[67]
Manufatura	[55]
Logística e cadeia de abastecimento	[68]
Produção	[69]
Sistemas de informação	[70]
Pesquisa e desenvolvimento (R&D)	[71]
Sustentabilidade	[72]
Logística	[73]

Os estudos identificados onde foi aplicado o modelo de decisão ANP para seleção de KPIs apresentam ser bastante abrangentes quanto à sua área de aplicação. Contudo, verificou-se uma limitação na pesquisa quanto à área de aplicação, não tendo sido identificados estudos de aplicação do modelo ANP na área de manufatura de moldes aplicado ao setor automóvel.

2.7.2. Áreas de aplicação do ANP

O uso do ANP em problemas de decisão, e mais especificamente em problemas relacionados com a medição de desempenho, é ainda muito limitado na literatura científica. Porém, no artigo [74], ao realizar um estudo onde foram analisados artigos científicos entre o ano 2000 e 2017, foi possível contribuir para o enriquecimento da literatura científica sobre a aplicação do ANP no âmbito dos problemas de decisão, tendo apresentado algumas das áreas de aplicação do ANP, bem como alguns exemplos do seu uso, como demonstrado na tabela 2.3.

Com a realização desse estudo, os autores chegaram ao consenso que a área onde a aplicação do ANP é mais comum é a área de gestão empresarial e financeira, em comparação com as outras estudadas [74].

Tabela 2.3 - Áreas e exemplos da aplicação do ANP [74]

Área de aplicação	Exemplo
Saúde, segurança e gestão ambiental	Classificação e seleção de locais para deposição de resíduos
Hidrologia e gestão da água	Avaliar e priorizar projetos de bacias hidrográficas e projetos de transferência de água
Gestão empresarial e financeira	Avaliar o desempenho dos sistemas de <i>business intelligence</i> para selecionar o atributo mais eficaz
Gestão dos recursos humanos	Avaliação do desempenho das equipas do departamento de <i>Research & Development</i> numa empresa de fabricação de máquinas de precisão
Turismo	Identificar os métodos mais eficazes para melhorar o desempenho da indústria do turismo
Logística e gestão da cadeia de abastecimento	Seleção de fornecedores na indústria automotiva
Design, engenharia e sistemas de manufatura	Selecionando a máquina-ferramenta mais adequada para a empresa da indústria da manufatura
Gestão energética	Priorizar KPIs para a modernização da eficiência energética em edifícios de hotéis

2.7.3. Vantagens e desvantagens do ANP

Como referido anteriormente, a grande vantagem do ANP é o facto deste método permitir a realização de comparações não só entre elementos dentro do mesmo *cluster*, mas também entre elementos de *clusters* diferentes, tendo em consideração o impacto destas dependências através do *feedback*, levando a que este método apresente resultados mais fidedignos.

Porém, devido ao facto de este método ter em consideração as diferentes dependências existentes, bem como o impacto que estas têm, o ANP apresenta algumas desvantagens, sendo as mais conhecidas a necessidade de realizar um grande número de comparações e consequentemente problemas de inconsistência [54, 67].

2.8. KPIs aplicados na manufatura e indústria de moldes

De modo a identificar os KPIs existentes em indústrias de manufatura e indústria de moldes foi realizada uma pesquisa na literatura científica sobre estudos previamente realizados onde estejam enumerados diversos KPIs nas áreas da manufatura e áreas de manufatura de moldes [35, 36].

A pesquisa realizada teve por base os motores de busca como o *Science Direct*, *Emerald Insight* e o *Spirnger*, onde foram maioritariamente pesquisados termos como “*Die casting KPIs*”, “*KPI manufacuring industry*”, “*KPI industry*” e “*Performance indicators manufacturing industry*”. O objetivo da pesquisa destes termos foi restringir os resultados da mesma, de forma a obter conteúdo relacionado com o caso de estudo em questão. Deste modo, a origem dos resultados obtidos foi maioritariamente artigos científicos, artigos de revisão e capítulos de livros relacionados com a identificação e implementação de KPIs em indústrias de manufatura. Contudo, foi também considerado o aspeto temporal da pesquisa, isto é, foi dada preferência a conteúdo científico que tivesse sido realizado mais recentemente, preferencialmente entre 2016 e 2020, de modo a estes estarem mais atualizados quanto às mudanças globais no mundo científico.

Ao realizar esta pesquisa foi possível obter cerca de 58 KPIs, estando estes presentes na tabela 2.4, os quais estão relacionados com a indústria em questão, abrangendo as áreas de: planeamento, gestão de projetos, financeira, logística, ambiental, qualidade, produção e segurança. Deste modo, a obtenção de KPIs de diferentes áreas da indústria, possibilita a monitorização da maior parte das atividades/processos realizados na empresa, obtendo uma visão geral do estado da mesma

Tabela 2.4 - KPIs aplicáveis à indústria de manufatura e indústria de moldes

Categoria	KPI	Referência
Financeira	Desvio do orçamento do projeto	[36]
	Orçamento para atividades operacionais	[36]
	Custos de transporte e armazém	[36]
	Custos de manutenção por produção realizada num determinado período de tempo	[76]
	Custos de mão de obra	[77]
	Lucro	[35]
	Retorno do investimento	[35]
	Custos de retrabalho	[78]
	Custo do stock	[78]
	Percentagem do custo total gasto em fabricação	[79]
	Percentagem de utilização das máquinas	[32]
Processos Internos	Taxa de produtos com boa qualidade	[80]
	Taxa de perda de produtos	[80]
	Taxa de produtos fabricados com qualidade à primeira	[80]
	Taxa de produtos que necessitam de retrabalho	[80]
	Tempo médio para falhar (MTTF)	[80]
	Taxa de manutenção corretiva	[80]
	Tempos de fila de espera	[32]
	Quantidade de desperdícios	[32]
	Tempo ocupado planeado	[32]
<i>Continua na página seguinte</i>		

Categoria	KPI	Referência
Processos Internos	Tempo operacional Vs. planeado	[32]
	Tempo de execução do pedido Vs. Planeado	[32]
	Tempo de inatividade da unidade	[32]
	Tempo ocupado da unidade	[32]
	Tempo de configuração da unidade real Vs. Planeado	[32]
	% de cumprimento do tempo de operações planeado	[76]
	% de tempo real gasto Vs. Planeado	[76]
	Emissões produzidas	[76]
	Produção de resíduos	[76]
	Número de vezes que existe escassez no inventário	[81]
	% de materiais sobresselentes	[78]
	Número de avarias das máquinas	[78]
	% de entregas realizadas no prazo estabelecido	[79]
	Tempo entre o pedido do cliente e a entrega do mesmo	[78]
	Taxa de defeitos	[78]
	Número de reclamações internas	[78]
	Quantidade média de energia gasta	[80]
	Número de novos produtos desenvolvidos	[79]
	Flexibilidade de modificação do produto	[79]
	Atraso médio	[79]
Aprendizagem e Crescimento	Rotatividade dos funcionários	[36]
	Média de horas gastas em formação das equipas	[82]
	Relacionamento com os <i>Stakeholders</i>	[35]
	Satisfação do investidor	[35]
	Número de simulacros	[78]
	Taxa de acidentes de trabalho	[79]
	Absenteísmo	[79]
	% de colaboradores que trabalha em horários flexíveis	[79]
	Satisfação dos funcionários	[79]
	% de colaboradores com a formação exigida para o cargo	[79]
	% de colaboradores com certificados de formação exigidos para o cargo	[79]
	Número de promoções realizadas internamente	[79]
Cliente	Satisfação do cliente	[36]
	Satisfação do fornecedor	[35]
	Número de reclamações dos clientes	[78]
	Conformidade para com os clientes	[79]

3. Proposta de modelo ANP para seleção de KPIs

O presente capítulo tem como objetivo propor um conjunto de metodologias que podem ser utilizadas para virem a solucionar o problema de seleção de KPIs. Deste modo, o capítulo encontra-se subdividido, sendo identificado o método pelo qual se irá realizar a seleção de KPIs, a identificação dos KPIs indicados/aplicáveis na área em estudo, metodologia de pré-seleção de KPIs, modelos de decisão utilizados no processo de seleção de KPIs, desenvolvimento do modelo ANP e identificação de metodologias de recolha de dados.

3.1. Proposta do método para seleção e implementação de KPIs

O processo de seleção de KPIs é uma tarefa complexa, uma vez que existe um grande número de KPIs disponíveis de aplicar para medir o desempenho, e uma vez que estes possuem diversas relações entre si, dificultando assim a sua escolha.

Deste modo, com o intuito de auxiliar o processo de seleção dos KPIs, recorre-se ao uso de modelos de decisão, os quais pretendem através da análise do conjunto de opções e critérios, realizar o processo de tomada de decisão de uma forma fundamentada. Assim, é proposto o uso do modelo ANP [54, 57, 58], uma vez que este tem a possibilidade de avaliar as influências que os KPIs apresentam uns sobre os outros, quer seja de forma direta ou de forma indireta (relações de *feedback*) [58, 64]. Contudo, uma vez que a aplicação deste modelo implica a realização de um elevado número de comparações entre elementos e posteriores cálculos, é realizada uma pré-seleção dos KPIs a virem integrar o modelo de decisão.

3.2. Identificação dos KPIs

Através da revisão bibliográfica foram identificados KPIs nas áreas da manufatura e áreas de manufatura de moldes, como demonstrado na tabela 2.4 da secção 2.8.

Com a realização da pesquisa foram identificados 58 KPIs, estando estes agrupados nas 4 categorias do BSC, uma vez que o uso desta ferramenta permite abranger diferentes perspetivas das empresas, obtendo assim uma visão mais completa do desempenho das mesmas.

3.3. Pré-seleção de KPIs

A realização deste caso estudo tem como objetivo a aplicação do modelo de decisão ANP, o qual é apontado como sendo um modelo complexo, devido ao facto de este realizar não só comparações entre

os elementos do mesmo *cluster*, mas como também entre os elementos de *clusters* diferentes. Tendo como objetivo reduzir a complexidade do modelo a ser elaborado e diminuir a carga de possíveis comparações a serem realizadas pelo decisor numa fase posterior, será realizada uma pré-seleção de KPIs segundo métodos indicados na literatura científica [6, 68, 69].

Com o intuito de reduzir o número de KPIs a virem ser utilizados no modelo de decisão, e de forma a selecionar apenas KPIs que apresentem as características SMART, foram preparados questionários da forma mais clara e específica possível, de modo a reduzir as dificuldades e dúvidas de preenchimento do mesmo que os inquiridos selecionados pudessem vir a enfrentar. Este questionário apresenta a listagem de todos os KPIs (anexo B), sendo que os mesmos já se encontram agrupados nas quatro categorias do BSC, onde é solicitado aos inquiridos que os mesmos avaliem relativamente à importância os KPIs listados. A escala da avaliação da importância dos KPIs varia entre 1 e 5, sendo que 1 significa sem importância e 5 muito importante, como demonstrado na tabela 3.1. Através da aplicação desta metodologia, procura-se obter o máximo de consenso possível entre os inquiridos.

Tabela 3.1 - Escala de avaliação de importância (1 a 5)

Grau de importância	Avaliação	Cor
Sem importância	1	
Pouco importante	2	
Razoavelmente importante	3	
Importante	4	
Muito importante	5	

Obtidos os resultados da avaliação individual de cada inquirido sobre cada KPI, é calculada a média de importância atribuída a cada KPI. Ao analisar a média individual por KPI é então determinado o valor máximo e o valor mínimo médio do conjunto geral dos KPIs e calculado o valor médio desses dois valores. Desta forma, é possível comparar o valor médio geral com o valor médio individual de cada KPI, excluindo assim os que apresentarem valores médios inferiores ao valor médio geral, como demonstra a equação 1:

$$KPIs = \begin{cases} \text{incluir, se valor médio do KPI} \geq \text{Média geral dos KPIs} \\ \text{excluir, se valor médio do KPI} < \text{Média geral dos KPIs} \end{cases} \quad (1)$$

Desta forma, com a aplicação da metodologia indicada, pretende-se que haja uma redução significativa no número de KPIs a integrarem o modelo de modo a permitir a redução da sua complexidade, baseando-se na opinião de um conjunto de inquiridos selecionados.

3.4. Modelos de decisão utilizados no processo de seleção de KPIs

No presente capítulo são referidos os modelos de decisão AHP e ANP, tendo como objetivo realizar uma contextualização dos mesmos e demonstrar o desenvolvimento do modelo aplicado (ANP).

3.4.1. *Analytic Hierarchy Process* (AHP)

O *Analytic Hierarchy Process* (AHP) é um método de medição desenvolvida por Thomas L. Saaty para auxiliar o processo de tomada de decisão [84]. O AHP pode ser definido como sendo uma teoria/metodologia de medição, sendo realizadas comparações par a par de critérios tangíveis e intangíveis, tendo como base a opinião de especialistas [85]. O AHP decompõe o problema de tomada de decisão numa estrutura hierárquica, sendo os elementos de topo os objetivos, num nível intermédio os critérios e subcritérios, e por fim no nível mais baixo as alternativas, como demonstrado na figura 3.1:

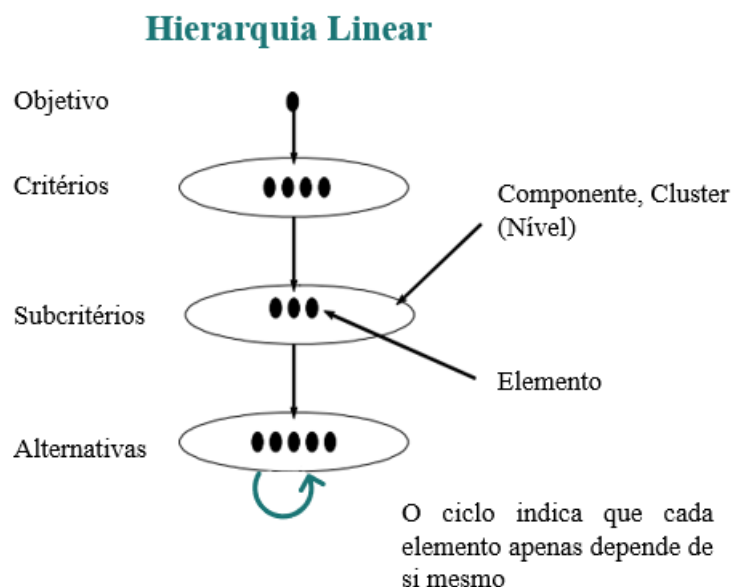


Figura 3.1 - Estrutura hierárquica do AHP (Adaptado de [85])

Este método, permite ao decisor realizar comparações par a par entre os elementos presentes na sua estrutura hierárquica, de modo a verificar a importância dos mesmos para atingir o objetivo, ordenando as alternativas de acordo com as preferências do decisor. Um dos benefícios do AHP é permitir que o

decisor possa realizar as comparações de forma quantitativa ou qualitativa, sendo que o método converte estas informações em valores numéricos para que se possa vir a poder comparar os diversos elementos existentes na estrutura. A aplicação deste método permite aos decisores definir prioridades e escolher a melhor decisão para a resolução do problema, atendendo a aspetos qualitativos e quantitativos [58, 61].

O AHP apresenta diversas vantagens, sendo a principal a capacidade deste método converter as informações subjetivas expressas nas comparações par a par dos elementos, em prioridades numéricas, verificando assim que importância têm os elementos consoante o objetivo [86]. Outras vantagens do método incluem a simplicidade da realização das comparações, a facilidade dos cálculos e ainda o facto de este método requerer pouca informação relativamente a outros métodos, como por exemplo o MAUT [60]. Devido à facilidade de uso que este método apresenta ter, o AHP tem vindo a ser aplicado nas mais diversas áreas ao longo dos anos, tendo-se tornado no modelo de MCDM mais estudado e referido em publicações [87].

Contudo, por vezes o problema de decisão em questão não é possível ser dividido e organizado numa estrutura hierárquica, como a demonstrada na figura 3.1, devido ao facto de existirem algumas interações e ciclos de *feedback* entre os elementos dos mesmos e/ou dos diferentes níveis da hierarquia. De forma a ter em consideração as dependências e relações entre os diferentes elementos de toda a estrutura hierárquica, é sugerido o uso do *Analytic Network Process* (ANP), sendo este uma generalização do AHP [58, 62].

3.4.2. Analytical Network Process (ANP)

O *Analytical Network Process* (ANP) é um modelo de decisão MCDM, considerado ser uma generalização do AHP. O ANP foi desenvolvido por Thomas L. Saaty no ano de 1980, com o intuito de auxiliar o decisor no processo de tomada de decisão, onde haja necessidade de relacionar os elementos não só dentro do próprio *cluster*, mas também entre os elementos de *clusters* diferentes [71].

A grande diferença entre o AHP e o ANP é o facto do ANP não requerer que exista uma estrutura hierárquica linear, mas sim uma estrutura onde seja possível relacionar os diferentes elementos dos diversos níveis hierárquicos, modelando o problema de decisão numa estrutura de rede (*network structure*). Para além deste aspeto diferenciador, o ANP apresenta também uma relação de *feedback* entre os diversos níveis hierárquicos da estrutura. Deste modo, ao usar a estrutura em rede, onde todos os fatores e critérios que influenciem a decisão estejam incluídos na mesma, é possível identificar as relações de *feedback* que existem não só dentro dos próprios *clusters* (dependência interna), mas também entre os outros (dependência externa) [58, 64].

Como é possível verificar na figura 3.2, existem dependências externas e dependências internas na rede de *feedback*, sendo estes tipos de relações representadas por setas. A seta que tem origem no *cluster*

C4 e destino no *cluster* C2, representa uma dependência externa, isto é, pelo menos um elemento do *cluster* C4 terá influência sobre outro do *cluster* C2. Por outro lado, no *cluster* C3, para além das dependências externas, este apresenta ter dependências internas, isto é, elementos dentro do mesmo *cluster* influenciam-se, estando estas representadas por uma seta que tem início e fim no próprio *cluster*.

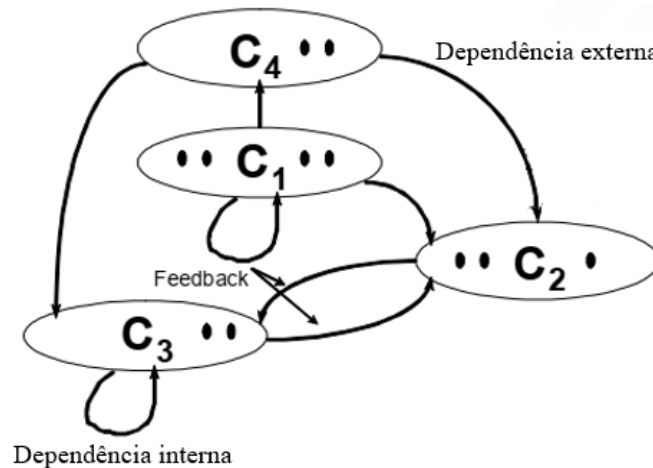


Figura 3.2 - Rede de *feedback* com *clusters* (estrutura ANP) (Adaptado de [85])

Existem diversas metodologias de escolha de KPIs aplicáveis à empresa e à área em questão, como por exemplo a aplicação do método Delphi e a aplicação de modelos de decisão tais como o ELECTRE, AHP e o ANP [57]. Contudo, após análise do problema em questão e realizada a revisão de literatura, verificou-se que a aplicação do modelo de decisão ANP seria o mais indicado, pelo facto de se basear na opinião do decisor para a realização da escolha dos KPIs. Foi escolhido em específico o modelo de decisão ANP, por este contemplar relações entre diferentes elementos da estrutura, tendo em consideração a influência que os diversos elementos apresentam uns sobre os outros, quer esta seja de forma direta ou indireta, modelando o problema de decisão numa estrutura de rede (*network structure*).

Nas seguintes secções serão apresentados as fases necessárias para a implementar o ANP, bem como todos os conceitos necessários para tal, áreas de aplicação e exemplos das mesmas, e ainda vantagens e desvantagens da aplicação deste método.

3.5. Desenvolvimento do modelo ANP

O processo de desenvolvimento e implementação do ANP está dividido em 4 fases distintas [55]:

1. Construção do modelo e estruturação do problema de decisão numa estrutura de rede;
2. Formulação das matrizes de comparação de pares e determinação dos vetores de prioridades;
3. Construção da supermatriz (*supermatrix*);
4. Priorização das alternativas e escolha da melhor.

3.5.1. Construção do modelo e estruturação do problema de decisão numa estrutura de rede.

A primeira fase do ANP trata-se da formulação do problema. O problema deverá ser definido de forma bastante clara e transformado num sistema lógico, como por exemplo uma estrutura em rede como ilustrado na figura 3.2. Esta estrutura é desenvolvida através de opiniões de especialistas na área em questão e dos decisores que enfrentam o problema. Estas informações podem ser obtidas através da realização de entrevistas, questionários, *brainstorming*, entrevistas de grupo focal e ainda o método Delphi. Deste modo, o modelo deverá conter todas as informações relevantes para a resolução do problema, devidamente organizadas nos diferentes *clusters*, de forma a poderem comunicar uns com os outros. Por fim, é importante estabelecer o painel de indivíduos responsáveis neste processo de tomada de decisão [58, 65].

O modelo de decisão ANP é constituído por diferentes *clusters*, isto é, grupos de elementos (*nodes*) que apresentem informações semelhantes e que podem ser associados ao mesmo grupo. Deste modo, um modelo de decisão ANP cujo objetivo é priorizar KPIs, é normalmente constituído por três grupos de *clusters* diferentes, sendo estes o objetivo, critérios e alternativas [55].

O *cluster* objetivo é constituído por um único elemento, sendo este o objetivo do problema. O objetivo do problema pode ser definido como sendo a identificação de um conjunto reduzido de KPIs que permitam monitorizar o desempenho.

O *cluster* critérios é composto por um conjunto de fatores que influenciam o processo de tomada de decisão, do conjunto de alternativas apresentadas ao gestor de topo (decisor). A existência de critérios vem a assegurar que o decisor tem em consideração diferentes aspetos na realização da escolha entre as diferentes alternativas. Assim, o conjunto dos critérios deve abranger e ser aplicável a todas as alternativas com o intuito de verificar o impacto que os mesmos têm no seu processo de decisão. O conjunto de critérios selecionados para a área de manufatura de moldes aplicado ao setor automóvel, teve por base um processo de pesquisa na literatura científica, sendo identificados os seguintes critérios e respetivos objetivos associados [71]:

- **Custos:** redução de custos;
- **Produtividade:** aumento da produtividade;
- **Qualidade:** aumento de qualidade;
- **Satisfação dos colaboradores:** aumento da satisfação dos colaboradores;
- **Segurança:** aumento da segurança no local de trabalho;
- **Aprendizagem e crescimento:** aumentar o nível de aprendizagem e crescimento dos colaboradores e da empresa;
- **Satisfação dos clientes:** aumentar o nível de satisfação dos clientes.

O *cluster* alternativas é composto pelas diversas alternativas disponíveis que o decisor dispõe para proceder à sua escolha. Deste modo, no problema em questão, os KPIs representam as alternativas que o decisor dispõe para proceder à sua escolha. Contudo, os *clusters* não devem de um número superior a nove elementos, de modo a evitar as inconsistências que possam vir a surgir [75]. Desta forma, pode ser necessário proceder à divisão dos KPIs segundo a área/categoria que pertencem, para que o *cluster* cumpra esse requisito. De seguida, é apresentado um exemplo de como podem ser divididos os *clusters* alternativas, recorrendo aos KPIs identificados na literatura e agrupando os mesmos nas categorias do BSC [29], obtendo assim quatro *clusters* referentes às alternativas:

- **Alternativa 1** (KPIs da categoria financeira):
 - Desvio do orçamento do projeto;
 - Orçamento para atividades operacionais.
- **Alternativa 2** (KPIs da categoria processos internos):
 - Percentagem de utilização das máquinas;
 - Taxa de produtos com boa qualidade.
- **Alternativa 3** (KPIs da categoria Aprendizagem e crescimento):
 - Rotatividade dos funcionários
 - Média de horas gastas em formação das equipas;
- **Alternativa 4** (KPIs da categoria clientes):
 - Satisfação do cliente;
 - Satisfação do fornecedor.

Identificados os *clusters* e os respetivos elementos que integram o modelo ANP, é agora possível modelar o mesmo através do uso do *software SuperDecisions*, o qual permite reduzir a complexidade de estruturação do modelo [35, 58].

A primeira fase de preparação do modelo, passa pela formação dos seis *clusters* anteriormente mencionados, e pela criação de cada elemento no respetivo *cluster*. De seguida, de modo a criar a estrutura de rede (*network structure*), é necessário identificar que relações existem entre os diversos elementos dos *clusters*.

Como representado na figura 3.3, a modelação da estrutura do ANP é realizada através da seleção individual de cada um dos elementos dos diversos *clusters* e identificando com um sinal de visto os elementos que apresentava influência, com recurso ao *software SuperDecisions*. No exemplo representado, é possível verificar que se pretende identificar as relações existentes entre o elemento “KPI - desvio do orçamento do projeto” do *cluster* alternativa 1 com os restantes elementos desse mesmo *cluster*. Como é possível verificar, o mesmo influencia o “KPI - número de não conformidades” e o

“KPI - receitas vs. custos”, sendo estas relações identificadas com o visto. Apesar de apenas serem demonstradas as influências entre elementos pertencentes a um mesmo *cluster*, é possível aplicar o raciocínio aos restantes elementos de *clusters* diferentes.

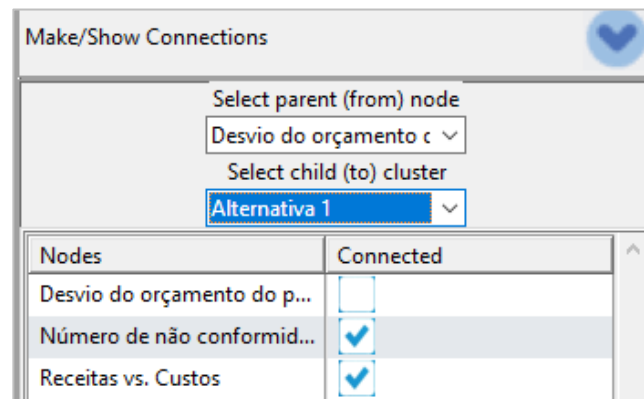


Figura 3.3 Exemplo da modelação da estrutura de rede no *software SuperDecisions*

Após proceder à identificação de todas as relações existentes entre os diversos elementos do modelo e identificado as mesmas no *software*, é agora possível visualizar a estrutura do modelo ANP. Observando a figura 3.4, existem dois tipos de setas, sendo que as que ligam os diferentes *clusters* (como por exemplo a seta que liga o *cluster* objetivo ao *cluster* dos KPIs da categoria financeira) representam relações existentes entre os elementos de *clusters* diferentes (*outter dependencies*). Por outro lado, existem as setas que têm origem e fim no próprio *cluster* (como por exemplo a seta representada por cima do *cluster* KPIs da categoria financeira), representando relações existentes entre elementos pertencentes ao mesmo *cluster* (*inner dependencies*).

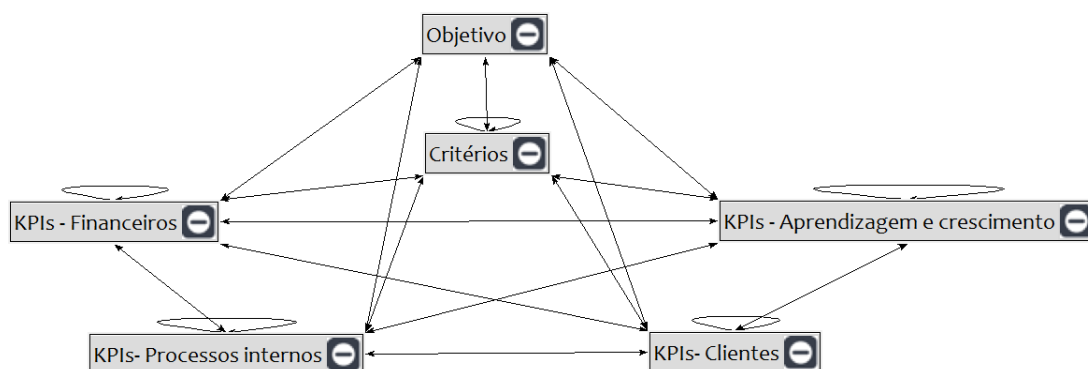


Figura 3.4 - Estrutura geral do ANP no processo de seleção de KPIs

Deste modo, é possível visualizar a estrutura do ANP com os *clusters* objetivo, critérios e alternativas, sendo estas as categorias do BSC, juntamente com as relações existentes entre os diversos elementos.

3.5.2. Formulação das matrizes de comparação de pares

Esta segunda fase da implementação do ANP é similar à do AHP, onde se realizam as comparações par-a-par. São realizadas comparações entre os diversos elementos dos *clusters* e os objetivos estabelecidos, para verificar o impacto que estes apresentam ter, e também entre elementos que apresentem ter relações internas e externas aos *clusters*.

Tabela 3.2 - Escala fundamental de Saaty (Adaptado de [85])

Escala de importância	Definição	Descrição
1	Igual importância	Os elementos contribuem de forma idêntica para atingir o objetivo.
3	Importância moderada	Um elemento é moderadamente mais importante que outro.
5	Mais importante	Um elemento é mais importante que outro.
7	Muito mais importante	Um elemento é muito mais importante que outro.
9	Extremamente importante	Quando um elemento apresenta o maior grau de importância relativamente a outro.
2/4/6/8	Valores intermédios	Valores intermédios entre os diversos graus de importância
Valores recíprocos	-	Valores recíprocos usados para avaliar comparações inversas

Estas comparações entre dois elementos são realizadas utilizando a escala que Thomas L. Saaty estabeleceu, permitindo avaliar a importância dos elementos (tabela 3.1). Esta escala permite que o decisor realize as comparações através de opiniões qualitativas (moderada importância, igual importância,...), sendo estas transformadas em valores numéricos [58, 65].

Com base no número de elementos de cada *cluster* é possível calcular o número de comparações necessárias realizar na aplicação do modelo de decisão através da seguinte equação:

$$\text{Número de comparações a realizar} = m \left[\frac{n(n-1)}{2} \right] \quad (2)$$

Contundo, existem comparações que não necessitam de ser realizadas uma vez que os elementos não possuem qualquer tipo de relação. De modo a verificar que comparações são necessárias realizar, é procedida à verificação das relações entre os elementos dos *clusters*. Esta verificação tem como objetivo identificar as relações existentes não só entre elementos do mesmo *cluster*, mas como também as relações entre elementos de *clusters* diferentes e entre os diversos *clusters* em si. A existência de relações traduz-se no impacto que os elementos têm uns sobre os outros, quando se pretende atingir o objetivo do mesmo.

Deste modo, com o intuito de facilitar o processo de tomada de decisão ao decisor, para diminuir o número de comparações que o mesmo teria de realizar, é realizada a identificação das relações existentes entre elementos por parte de um especialista da área, como demonstrado no exemplo:

Tabela 3.3 - Exemplo de identificação de relações entre KPIs

<i>Cluster</i> Alternativa 1	<i>Clusters</i>	<i>Cluster Alternativa 1</i>		<i>Cluster Alternativa 2</i>
	Elementos	KPI - A	KPI - B	KPI - C
	KPI - A	-	X	-
	KPI - B	-	-	X

Como é possível verificar na tabela 3.2, encontram-se representados os KPIs fictícios A, B e C, pertencentes a dois *clusters* diferentes. A identificação das relações realiza-se das linhas para as colunas (identificadas pelas setas azuis), isto é, se o “KPI - A” influenciar o “KPI - B”, esta relação será representada com um X na respetiva célula. Caso contrário, se o “KPI - A” não influenciar o “KPI - C”, esta inexistência de relação deverá ser marcada com um traço na respetiva célula. Desta forma, são identificadas as relações existentes não só entre elementos do mesmo *cluster*, mas como também entre elementos de *clusters* diferentes, permitindo assim reduzir o número de comparações a realizar por parte do decisor.

Após verificar quais as comparações necessárias realizar entre os elementos, as mesmas são realizadas através da interface gráfica do utilizador do *software SuperDecisions*, como demonstrado na figura 3.5.

No exemplo da figura 3.5 os “KPI - A” e “KPI - B” representam elementos fictícios pertencentes ao *cluster* alternativa 1, e o “KPI - C” um elemento fictício pertencente ao *cluster* alternativa 2. A comparação em questão, tem como ponto de vista o “KPI - C” e pretende comparar a importância que os elementos do *cluster* alternativa 1 (“KPI - A” e “KPI - B”) apresentam para com o mesmo.

1. Choose		2. Node comparisons with respect to KPI -C															
Node	Cluster	Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct															
Choose Node		Comparisons wrt "KPI -C" node in "Alternativa 1" cluster															
KPI -C		KPI - B is strongly more important than KPI - A															
Cluster: Alternativa 2		1. KPI - A															
Choose Cluster		<div> <div>>=9.5</div> <div>9</div> <div>8</div> <div>7</div> <div>6</div> <div>5</div> <div>4</div> <div>3</div> <div>2</div> <div>1</div> <div>2</div> <div>3</div> <div>4</div> <div>5</div> <div>6</div> <div>7</div> <div>8</div> <div>9</div> <div>>=9.5</div> <div>No comp.</div> </div>															
Alternativa 1																	

Figura 3.5 - Exemplo de realização de comparações par-a-par

A realização da comparação da figura 3.5 deve ser realizada pelo decisor, o qual deve analisar, de forma lógica e ponderada as relações entre os elementos e as possíveis implicações dos mesmos. Nesta comparação, é possível verificar que o “KPI - B” apresenta ser mais importante (valor 5 na escala fundamental de Saaty) que o “KPI - A”, tendo em consideração a influência que estes apresentam no “KPI - C”. Deste modo, foi selecionado o valor 5 na escala vermelha da comparação, de forma a demonstrar a comparação realizada.

Uma vez realizadas as comparações par-a-par, é possível formar uma matriz de comparação que expressa a importância de cada elemento segundo uma certa perspectiva.

3.5.3. Determinação dos vetores de prioridades

A matriz de comparação é composta por n elementos, sendo que os pesos relativos de cada um estão representados na matriz A pela sigla w_n . Contudo, de forma a poder comparar os diferentes elementos, é apresentado o rácio da importância dos mesmos, denominado por autovetor, sendo que a importância dada ao elemento i relativamente ao elemento j , é representado pela sigla a_{ij} . Porém, as relações inversas têm valores recíprocos, isto é [55]:

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \quad (3)$$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & a_{ij} & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}, \text{ onde } a_{ij} = \begin{cases} a_{ji}^{-1} & \text{se } i \neq j \\ 1 & \text{se } i = j \end{cases}$$

Figura 3.6 - Estrutura da matriz de comparações (Adaptado de [55])

Preenchida a matriz de comparações A e obtidos os pesos relativos dos elementos, é necessário normalizar os dados para poder efetuar comparações e obter os pesos relativos de cada matriz. De seguida, para normalizar a matriz A , o valor de cada elemento de cada coluna é dividido pela soma dos elementos da mesma, como demonstrado na equação (4). Na mesma equação, w_i representa o valor normalizado de cada elemento e a_{ij} o valor da importância relativa de cada elemento da matriz [70].

$$w_i = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (4)$$

Deste modo, através do cálculo dos valores para cada elemento com a equação (4), obtêm-se uma matriz com valores normalizados. De seguida, nessa mesma matriz normalizada são calculadas as médias dos valores de cada linha, obtendo assim as importâncias relativas dos critérios e alternativas. Desta forma, é possível deduzir uma equação para a obtenção do peso relativo de cada um dos elementos presentes. A equação (5) demonstra esse mesmo processo, onde w_i corresponde ao peso relativo de cada elemento, A corresponde à matriz anteriormente indicada e λ_{max} corresponde ao maior autovetor na matriz A [55].

$$AW = \lambda_{max}W \quad (5)$$

3.5.4. Análise de consistência

Durante o processo de comparação par-a-par e avaliação entre elementos, é comum surgir inconsistências no processo, isto é, o decisor pode estar incorretamente a atribuir ponderações, devido ao facto de estas serem expressas de forma subjetiva, não seguindo uma lógica correta.

Sejam A , B e C três elementos sujeitos a uma comparação. Se A apresentar maior importância que B , e B tiver maior importância que C , logicamente o elemento A terá de ter maior importância que C . Contudo, devido à existência de diferentes níveis de importância que podem ser atribuídos, a realização deste processo torna-se ainda mais complexa, pelo que deverá ser realizada uma análise de consistência, sendo esta uma verificação da lógica seguida nas comparações realizadas.

Esta análise de inconsistência é realizada de acordo com o índice de consistência (CI) e pelo rácio de consistência (CR), introduzidos por Saaty, sendo n o número de elementos a ser alvo de comparação na matriz e λ_{max} o maior autovetor na matriz A [55]. Por sua vez, estes podem ser calculados de acordo com as equações (6) e (7), respetivamente.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (6)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (7)$$

O índice médio de consistência aleatório (RI) é um conjunto de valores tabelados que varia consoante o número de critérios aplicados (n).

Tabela 3.4 - Índice médio de consistência aleatório (Adaptado [85])

Nº de critérios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

De modo a analisar se o processo de comparação foi realizado de uma forma lógica, é utilizado o rácio de consistência (CR), o qual apresenta valores $CR \leq 0.1$ para comparações consistentes. Caso o valor de $CR > 0.1$, significa que os decisores não obtiveram o valor mínimo para considerar que o seu processo de comparação foi consistente, existindo a necessidade de estes reavaliarem as mesmas, de forma a que o $CR \leq 0.1$ [85].

Contudo, se $CR \leq 0.1$, é agora possível obter os diferentes pesos e prioridades para as matrizes de comparação realizadas e prosseguir para a fase seguinte.

3.5.5. Construção da supermatriz (*supermatrix*).

A supermatriz é a ferramenta responsável pela obtenção das prioridades num sistema em estrutura de rede, onde existem influências interdependentes entre os seus elementos. A supermatriz é uma matriz subdividida em outras matrizes, sendo que estas representam as relações existentes entre os *clusters* na estrutura [70]. Existem 3 tipos de supermatrizes no ANP [58, 65]:

1. Supermatriz não ponderada (*unweighted supermatrix*)

Nesta primeira fase de construção da supermatriz não ponderada, são usados os vetores de prioridade determinados na secção 3.5.3 durante o processo de comparação par-a-par. Estes vetores são alocados nas colunas da supermatriz, de acordo com as influências que têm (dependências externas e internas), formando deste modo a supermatriz não ponderada [55].

Na figura 3.7 encontra-se um exemplo geral da estrutura e formato de uma supermatriz. Na matriz estão presentes: os diferentes *clusters* da estrutura de rede, denominados por C_k , sendo $K=1, \dots, n$, e os elementos m_k de cada *cluster* K designados por $e_{k1}, e_{k2}, \dots, e_{km}$ [70].

$$W = \begin{matrix} & \begin{matrix} e_{11} & C_1 & \cdots & C_{1k} & \cdots & C_{1n} \\ e_{12} & e_{11} \cdots e_{1m_1} & & e_{k1} \cdots e_{km_k} & \cdots & e_{n1} \cdots e_{nm_n} \\ \vdots & & & & & \\ e_{1m_1} & & & & & \\ C_1 & e_{k2} & & & & \\ \vdots & \vdots & & & & \\ C_k & e_{km_k} & & & & \\ & \vdots & & & & \\ & e_{n1} & & & & \\ C_n & e_{n2} & & & & \\ & \vdots & & & & \\ & e_{nm_n} & & & & \end{matrix} & \begin{bmatrix} W_{11} & \cdots & W_{1k} & \cdots & W_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ W_{k1} & \cdots & W_{kk} & \cdots & W_{kn} \\ \vdots & & \vdots & \vdots & \vdots \\ W_{n1} & \cdots & W_{nk} & \cdots & W_{nn} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Figura 3.7 - Estrutura geral de uma Supermatriz ([55])

2. Supermatriz ponderada (*weighted supermatrix*)

De seguida, de forma a determinar as influências que os *clusters* apresentam uns sobre os outros, isto é, os pesos que possuem, é realizada a supermatriz ponderada. Na supermatriz não ponderada, a soma dos vetores de prioridades por coluna pode ser maior que um, sendo necessário transformá-la de forma a que a soma por coluna seja igual a um. Este processo é realizado através da multiplicação dos valores dos elementos do *cluster* com o respetivo peso atribuído, como demonstrado na equação número (4), obtendo assim valores de soma dos elementos por coluna igual a um, tornando a supermatriz estocástica [88].

$$VNP \times VPC = VPE \quad (8)$$

VNP = *Valor não ponderado do elemento*

VPC = *Vetor de prioridade do respetivo Cluster*

VPE = *Valor ponderado do elemento*

3. Supermatriz limite (*limit supermatrix*)

Uma vez obtida a supermatriz ponderada é possível construir a supermatriz limite, que concede as prioridades a longo prazo, indicando também os limites de influência que os elementos têm uns sobre os outros. Esta supermatriz permite assim captar as influências presentes em toda a estrutura [88]. Contudo, os valores presentes na supermatriz ponderada apenas refletem as influências que um elemento apresenta sobre outro, excluindo possíveis influências não diretas, isto é, sendo A, B e C elementos, se A influencia C, esta influência pode causar com que B também seja influenciado indiretamente. Deste modo, a supermatriz ponderada é elevada à potência de $2k + 1$, onde k é um número arbitrariamente grande, até convergir para um limite ou para a Soma de Cesaro (*Cesaro sum*), sendo que esta atribui valores limites a somas infinitas, obtendo-se assim a supermatriz limite [58, 63, 66].

3.5.6. Priorização das alternativas e escolha da melhor

Uma vez que a supermatriz limite foi construída, é agora possível escolher qual a melhor alternativa, visto que os valores que se encontram presentes na coluna das alternativas representam os pesos/prioridades que estes têm. A alternativa que apresentar maior valor deverá ser a que mais se adequa para a resolução do problema em questão, tendo por base a visão do decisor perante os diversos elementos [58, 65].

3.6. Método de recolha de dados

Um dos objetivos desta dissertação trata-se da identificação/determinação de KPIs aplicáveis no setor de manufatura de moldes de prensagem aplicados ao setor automóvel. De modo a realizar uma identificação completa dos KPIs são utilizadas duas metodologias diferentes:

1. Realização de entrevistas;
2. Questionários;

A realização de entrevistas e questionários são uma forma de identificar KPIs na área em estudo. As entrevistas permitem recolher informação sobre possíveis KPIs a implementar e informações sobre os mesmos, sendo este método classificado como sendo um método de recolha de informação qualitativo [37, 38]. As entrevistas são destinadas a especialistas nas áreas, podendo estas serem realizadas de forma estruturada ou semiestruturada, diferenciando-se apenas na liberdade de expressão que os inquiridos podem ter para abordar outras temas não especificados [39]. A realização de questionários aos mesmos inquiridos é feito de modo a complementar as entrevistas, ao proceder à recolha de informação quantitativa [37].

4. Caso de estudo

Este capítulo concentra-se na apresentação do caso de estudo realizado na empresa Volkswagen Autoeuropa, na Unidade de negócios de Cunhos e Cortantes (UNCC).

Devido à elevada competitividade perante as empresas do ramo da indústria de manufatura automóvel, a Autoeuropa definiu que todas as suas áreas/unidades industriais deveriam implementar e monitorizar os *Key performance Indicators* (KPIs), não só para gerir melhor as atividades e processos, mas como também focalizar recursos, quer sejam estes humanos, financeiros ou materiais, nas áreas que mais necessitem. Assim, para que seja possível cumprir os objetivos propostos da dissertação, o caso de estudo tem como propósito a aplicação da metodologia apresentada no capítulo 3, ao proceder à identificação de KPIs, aplicação do modelo de decisão ANP para auxiliar o gestor de topo no processo de tomada de decisão da escolha dos mesmos e por último a implementação dos KPIs na organização

4.1. Caracterização da organização

O presente capítulo vem apresentar a dimensão estrutural e económica da Volkswagen Autoeuropa e da Unidade de negócios de Cunhos e Cortantes, referindo qual o ramo da indústria que pertence, produtos comercializados/produzidos e por último, uma descrição mais detalhada das diversas áreas e principais responsabilidades/processos realizados na UNCC.

4.1.1. Grupo Volkswagen

O grupo Volkswagen é um grupo internacional da indústria automóvel que detém 12 marcas diferentes tais como Volkswagen Passenger Cars, Audi, SEAT, ŠKODA, Bentley, Bugatti, Lamborghini, Porsche, Ducati, Volkswagen Commercial Vehicles, Scania e MAN. Estas por sua vez requerem uma produção industrial a nível mundial, fazendo assim que o grupo detenha 122 unidades industriais que vão desde a produção de peças e ferramentas à produção de veículos.

A única fábrica do grupo localizada em Portugal é a Autoeuropa, situada em Palmela, e é responsável pela produção de 3 modelos de veículos: Volkswagen Sharan, Volkswagen T-Roc e SEAT Alhambra. A empresa é responsável por cerca de 5,804 colaboradores e mantém diversas relações com parceiros estratégicos. No ano de 2019, a Autoeuropa bateu recordes ao fechar o ano com uma produção de 254 600 veículos, apresentando uma grande importância na economia portuguesa, representando 1.6% do PIB português no final do ano 2018.

Porém a Autoeuropa não é apenas responsável pela produção de veículos de passageiros e peças para os mesmos, mas também produz ferramentas de estampagem. De forma a que uma unidade industrial

desta dimensão tenha um elevado nível de organização é necessário subdividir a mesma em departamentos e áreas como é possível observar na figura 4.1.

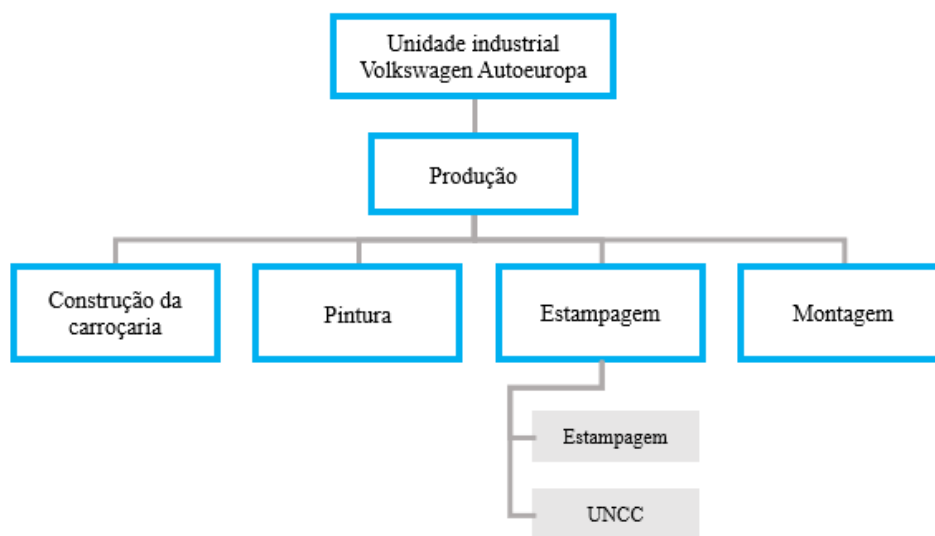


Figura 4.1 - Organograma da Volkswagen Autoeuropa

4.1.2. Caracterização da Unidade de negócios de Cunhos e Cortantes

A Unidade de negócios de Cunhos e Cortantes, também conhecida como *Tool and Die*, integra a secção das prensas pertencendo assim à área da estampagem da Volkswagen Autoeuropa (como é possível verificar na figura 4.1). Esta unidade de negócios faz parte de um conjunto de unidades desenvolvidas pela Volkswagen com o intuito de aumentar a independência que a marca tem perante fornecedores. Deste modo, a Volkswagen desenvolveu um conjunto de 6 unidades de negócios de modo a satisfazer as suas necessidades, estando estas situadas na Alemanha, Eslováquia, Brasil, México e Portugal.

A UNCC foi fundada em 2001 juntando-se assim à Autoeuropa no parque industrial em Palmela. Esta tem como principal objetivo construir ferramentas de estampagem procurando cumprir e exceder as expectativas dos clientes, sejam estes internos ou externos. Nesta unidade para além da construção integral da ferramenta, são também realizadas outras atividades tais como: o design de peças, maquinação das mesmas (desde tarefas manuais a uso de ferramentas como máquinas de CNC e fresadoras), reparações e calibrações das máquinas e testes das mesmas. Deste modo, as ferramentas para as quais a UNCC é maioritariamente requisitada para realizar a sua construção são: capô interno e externo, resguardo/guarda-lamas, portas traseiras interiores e exteriores e reforços interiores em aço ou alumínio, como é possível visualizar na figura 4.2.

Devido à elevada complexidade de tarefas e pelo facto de existir um número reduzido de unidades industriais a realizar este tipo de projetos, a UNCC é conhecida por possuir padrões de qualidade acima da média, apresentando assim um elevado número de clientes dentro do grupo, tais como a Volkswagen, Audi, Seat e Porsche.

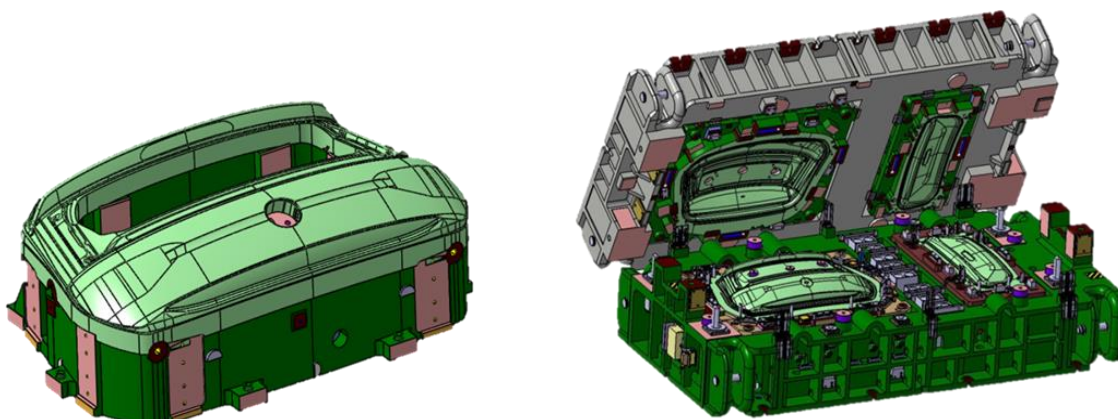


Figura 4.2 - Exemplo de uma ferramenta produzida na UNCC

Para satisfazer estas necessidades, a UNCC no ano de 2019 dispunha de 236 colaboradores com intuito de construir ferramentas, sendo estas capazes de produzir 15 produtos diferentes. Devido ao facto de haver constantes lançamentos no mercado de novos veículos por parte das diferentes marcas, a UNCC e as outras unidades de negócios depararam-se com uma elevada carga de trabalho que tem vindo a aumentar ano após ano. Assim, a UNCC decidiu recentemente aumentar a sua capacidade de trabalho procedendo ao aumento de dimensões das suas instalações e do número de colaboradores, sendo deste modo capaz de aumentar a sua capacidade de produção o que leva também ao aumento da complexidade de organização de tarefas e de transmissão de informação.

4.1.3. Descrição dos departamentos e principais responsabilidades

A UNCC encontra-se dividida em 5 departamentos para o bom funcionamento e organização da empresa, sendo estes: gestão de projetos, engenharia, produção, qualidade e logística:

- **Gestão de projetos:** O departamento de gestão de projetos está dividido em subdepartamentos, sendo estes: líderes de projetos, planeamento central e subcontratação. Este departamento é responsável por toda a gestão de processos e operações a serem realizados, como por exemplo: a realização de acompanhamento de todos os processos através da comunicação entre as diversas áreas, delineamento de tarefas e prazos a cumprir e ainda compra de materiais e subcontratação de colaboradores.

- **Engenharia:** O departamento de engenharia encontra-se dividido nas seguintes áreas: exequibilidade, plano do método, desenho técnico e dados de referência. Este departamento tem como objetivo analisar o projeto e dimensionar os componentes necessários à sua construção, assim como programar as instruções para as máquinas de CNC/fresadoras. Deste modo, o departamento de engenharia é responsável por: analisar a exequibilidade do modelo da peça a construir, definição de metodologias necessárias para a construção da ferramenta e realização de simulações, configuração do modelo em CAD, realização da lista de materiais necessários (*Bill of materials*) à construção da ferramenta e programação de instruções para as máquinas de CNC/fresadoras/tornos, de forma a estas poderem dar a forma correta à ferramenta em questão.
- **Produção:** O departamento de produção tem como funções operar máquinas, como por exemplo as fresadoras/CNC, realizar toda a montagem na sequência correta dos componentes que a ferramenta necessita e realizar testes nas prensas disponíveis de forma a garantir que os moldes fornecem o formato correta à peça que será necessária produzir. Este departamento encontra-se dividido em 3 áreas, sendo estas o parque de máquinas, montagem e testagem.
- **Qualidade:** O departamento da qualidade é responsável por assegurar que os requisitos propostos pelo cliente foram cumpridos pelos diversos departamentos, verificando os aspetos dimensionais da ferramenta, bem como a superfície da mesma. Para a verificação destes aspetos são usados diversos dispositivos de precisão industriais de metrologia tais como GOM e equipamentos táteis.
- **Logística:** A área da logística tem como objetivo assegurar que os materiais sejam entregues na data certa, no local certo e na quantidade certa. Estes podem ser de fornecedores externos e internos que abastecem a unidade de negócios, mas também pode ser os próprios materiais e ferramentas produzidas pela unidade que irão ser enviados para os clientes. Tem também como objetivo comunicar às restantes áreas que os materiais requisitados já se encontram na UNCC, assegurar que estes são os corretos e dar a conhecer aos responsáveis de projeto se a ferramenta foi entregue ou não ao cliente.

Consequentemente, a realização de um projeto abrange todas as áreas da empresa, podendo este apresentar três fases estruturadas como demonstrado na figura 4.3, para uma melhor organização e maior transmissão de informação pela empresa.



Figura 4.3 - Diagrama de processos da UNCC

4.2. Caracterização inicial da organização

O presente subcapítulo tem por objetivo descrever a situação atual da empresa, antes da realização e aplicação da metodologia proposta.

A Volkswagen Autoeuropa tem como objetivo a implementação de KPIs nas suas diferentes áreas de atuação, como por exemplo: montagem, pintura e prensas para poder monitorizar as áreas e identificar quais as que apresentam maiores dificuldades, permitindo focar os recursos necessários nas mesmas. Neste caso, a UNCC, que está inserida na área das prensas (pelo facto de produzir ferramentas relacionadas com a prensagem), tem como objetivo a implementação de KPIs a um nível estratégico, para que tanto o gestor de topo da UNCC como o responsável da área das prensas possam monitorizar os seus processos/atividades.

Inicialmente existiu a necessidade de compreender que projetos tinham sido realizados na empresa, de forma a poder cumprir com o objetivo proposto e verificar qual o estado atual em relação aos KPIs. Através da realização de entrevistas abertas aos diversos colaboradores, foi indicado que na empresa teriam sido realizadas duas dissertações relacionadas com a escolha e implementação de KPIs, sendo estas:

- A. Reto, «Developing a strategy for business unit of tool & die in Volkswagen Autoeuropa», Nova School of Business and Economics, Lisboa, 2018.

- D. Devardekar, «Risk Analysis in the Process of Tool & Die Manufacturing Unit, Volkswagen, Palmela», South Westphalia University of Applied Sciences, 2020.

Como é possível verificar na tabela 4.1, foi realizado a listagem de possíveis KPIs a serem utilizados, através da consulta de outros projetos, estando estes organizados em quatro categorias: financeira, processos internos, cliente e aprendizagem e crescimento. Esta categorização existe devido ao facto do sistema de informação atualmente utilizado pela Volkswagen Autoeuropa “KPI Monitor”, apresentar essa divisão. Porém, apesar da realização destes estudos ter resultado numa lista de KPIs, estes encontravam-se parcialmente implementados na organização.

Tabela 4.1 - Listagem de KPIs realizados por outros projetos na UNCC

Área	KPIs
Financeira	Desvio do orçamento do projeto
	Resultados operacionais
	Custo das não conformidades de qualidade
	Receitas vs. Custos
Processos Internos	Horas gastas vs. planeadas por projeto
	Horas planeadas e extra por fase do projeto
	Tempo de atividade da máquina
	Cumprimento dos prazos propostos
	Número de não conformidades de qualidade por fase de projeto
	Tipos de falha (AK e BK) por fase de projeto
	Relatório sobre qualidade de superfície e trabalho adicional.
	Horas extra
	Capacidade ocupada
	Proporção entre trabalho realizado internamente vs. externamente
Cliente	Satisfação do cliente
Aprendizagem e crescimento	Absenteísmo
	Horas de formação específica
	Índice de acidentes de trabalho

Contudo, existe um KPI já implementado na UNCC sendo este o “KPI - Satisfação dos colaboradores (*Stimmungsbarometer*)”, o qual é gerido pelo departamento dos recursos humanos da Volkswagen Autoeuropa, e que tem como objetivo medir a satisfação dos colaboradores para com a empresa, permitindo assim a que estes tenham oportunidade de expressar a sua opinião e contribuir

com as suas próprias ideias para a mudança da empresa. Este KPI é atualizado através da realização de inquéritos de satisfação, sendo realizado com uma periodicidade anual. O mesmo é expresso em percentagem de satisfação, sendo que a mesma varia entre 0% e 100%, cujo objetivo será maximizar o seu resultado. O KPI no ano de 2019 apresentava um valor de 70.3% de satisfação, estando abaixo do seu valor objetivo previamente estabelecido (75%). Encontra-se de seguida a tabela 4.2, a qual sumariza todas estas informações.

Tabela 4.2 - Descrição do KPI -Satisfação dos colaboradores (*Stimmungsbarometer*) (adaptado de [5])

Informações	Dados do KPI
Nome	Satisfação dos colaboradores (<i>Stimmungsbarometer</i>)
Descrição	Demonstra a satisfação dos colaboradores perante a empresa
Fórmula de cálculo	-
Unidade de medida	Percentagem (%)
Escala de medida	0% a 100%
Tendência	Quanto maior a %, melhor
Periodicidade	Anual
Audiência	Gestão de topo
Valor objetivo	75%
Valor atual	70.3%

4.3. KPIs previamente identificados

Realizada a caracterização inicial dos KPIs implementados na empresa (tabela 4.1), é essencial que estes sejam reavaliados, pelo facto da empresa se encontrar em constante mudança e crescimento nestes últimos anos. Deste modo, foi realizada uma pesquisa na literatura científica com o objetivo de listar possíveis KPIs a virem ser utilizados na unidade industrial.

Através da pesquisa realizada mencionada na secção 3.2, foram obtidos 58 KPIs relacionados com a indústria em questão, abrangendo as áreas de: planeamento, gestão de projetos, financeira, logística, ambiental, qualidade, produção e segurança, estando estes listados na tabela 2.4.

Deste modo, identificados os KPIs estabelecidos na empresa e listados na literatura científica, é necessário proceder à recolha de informação de possíveis KPIs a virem ser utilizados na empresa, segundo a opinião de um conjunto de colaboradores especializados, através das metodologias identificadas no capítulo 3.6.

4.4. Recolha de dados

Como referido anteriormente, a realização de entrevistas a colaboradores, é uma técnica frequentemente utilizada para a obtenção de informações sobre os KPIs. Neste caso de estudo, os inquiridos selecionados são os coordenadores das diferentes áreas. Deste modo, foi elaborado um organograma no qual é possível verificar a estrutura hierárquica da empresa, bem como os departamentos/subdepartamentos que esta possui, indicando a azul as funções dos inquiridos escolhidos associados ao departamento/subdepartamento a que pertencem, como demonstra a figura 4.4.

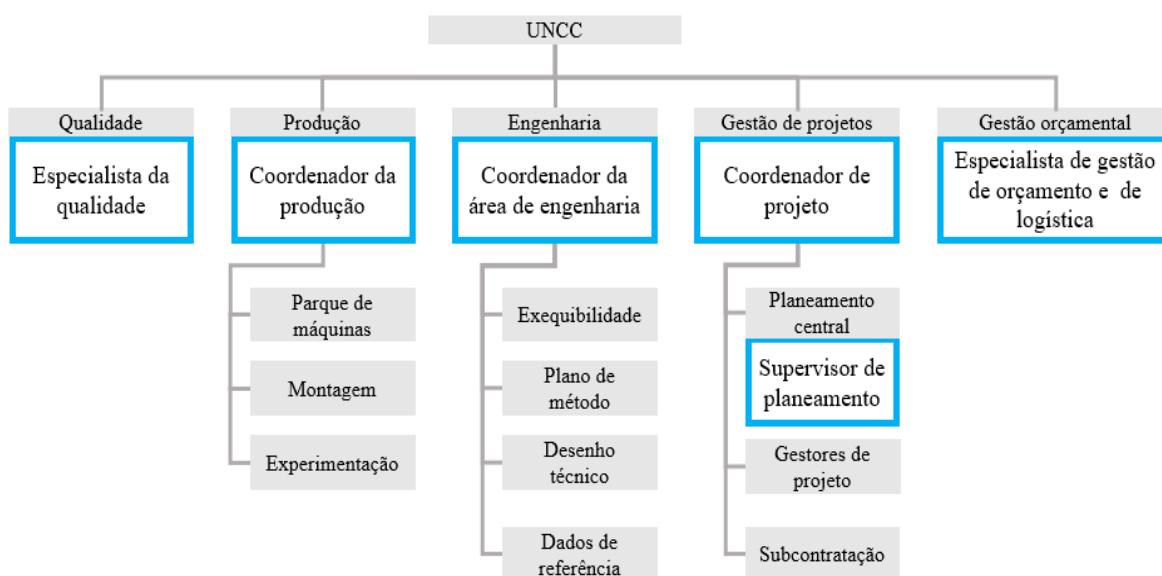


Figura 4.4 - Organograma da UNCC

As entrevistas foram realizadas de uma forma semiestruturada, isto é, foram previamente elaboradas questões que não só pretendiam obter informações sobre os KPIs definidos anteriormente como também possíveis KPIs a serem utilizados apresentando inúmeras características e detalhes sobre os mesmos. Na entrevista foram também questionadas informações sobre o inquirido em si como por exemplo o cargo que ocupa, os anos de experiência no mesmo. Contudo, visto esta entrevista ser semiestruturada, foram deixados alguns pontos em aberto e dada margem aos inquiridos para que estes pudessem não só expressarem-se de forma mais pessoal relativamente às questões abordadas, mas como também dar oportunidade de abordar outros temas relacionados que achassem relevante para a resolução do problema em questão. Assim, é possível visualizar a estrutura da entrevista que foi preparada como demonstrado no anexo A.

As entrevistas foram realizadas ao longo de um período de duas semanas, de acordo com a disponibilidade de cada um dos inquiridos, tendo sido estas realizadas por videoconferência. Através da

realização das entrevistas com os diferentes responsáveis das áreas, foi possível obter um conjunto extenso de informação relativamente ao tema em análise. As entrevistas encontram-se estruturadas em três grupos:

1. O primeiro corresponde à descrição do inquirido;
2. O segundo à listagem de informações sobre KPIs existentes;
3. E o terceiro relativo a informações e sugestões sobre novos KPIs que possam vir a integrar a UNCC. Deste modo, será realizada a análise individual de cada um dos grupos anteriormente referidos.

1. Descrição do inquirido

Analisando os dados obtidos no ponto “1. Descrição do inquirido” através da realização da entrevista, foi possível sintetizar os mesmos e proceder à caracterização dos inquiridos, como demonstrado na tabela 4.3. As informações recolhidas sobre os inquiridos focaram-se no cargo dos mesmos, área/departamento onde exercem as suas funções, anos de experiência no cargo e principais responsabilidades relativas ao cargo que pertencem.

Tabela 4.3 - Painel de inquiridos

Cargo do inquirido	Área onde trabalha	Anos de experiência no cargo	Principais responsabilidades
Especialista da qualidade	Qualidade	12	Auditorias internas de processo e de produto
Coordenador de produção	Produção (Parque de máquinas, montagem e experimentação)	20	Coordenação entre áreas de produção
Coordenador da área de engenharia	Engenharia (CAD)	15	Coordenação da área de engenharia garantindo o cumprimento os objetivos
Especialista de gestão de orçamento e de logística	Gestão orçamental	11	Controlo e análise do orçamento da unidade industrial
Coordenador de projeto	Gestão de projetos	1	Gestão de informação entre o cliente e os diversos departamentos
Supervisor de planeamento	Gestão de projetos - Planeamento central	1	Planeamento de projetos, produção, cálculo financeiro e análise de risco dos mesmos

Analisando os dados obtidos presentes na tabela 4.3, é possível verificar que a maior parte dos inquiridos apresenta ter mais de 10 anos de experiência no cargo, o que revela possuírem elevados conhecimentos, tanto em relação aos processos/atividades nas áreas onde exercem, como também sobre

o geral funcionamento de toda a unidade industrial. Contudo, é possível verificar que existem dois inquiridos com menos anos de experiência no cargo atual (coordenador de projeto e supervisor de planeamento), porém, o cargo onde estes se encontram inseridos apresenta uma vasta relação com todas as áreas da empresa, demonstrando ser um fator importante para o estudo em questão. Apesar destes possuírem menos anos de experiência no cargo atual, os mesmos já trabalhavam tanto no grupo Volkswagen (coordenador de projeto) como também na empresa (supervisor de planeamento), divergindo apenas no cargo em que se encontravam.

O painel de inquiridos apresenta assim um grupo de especialistas e coordenadores de todas as áreas da unidade industrial, de modo a ser possível obter informações com o maior valor possível.

2. Informações sobre KPIs existentes

O objetivo da 2ª parte da entrevista foi a obtenção de informação sobre os KPIs que estão implementados e a ser utilizados por parte dos inquiridos, e que possam vir a ser transpostos de forma a avaliar o desempenho geral da empresa.

Nesta fase da entrevista, as diversas questões tiveram como objetivo determinar informações tais como:

- O nome do KPI;
- O que é medido;
- A periodicidade de medição;
- Se existem limites inferiores/superiores e objetivo numérico a atingir, qual o método utilizado para a obtenção dos dados para atualizar o KPI (base de dados);
- E qual o colaborador responsável pelo mesmo.

Todavia, visto que a realização da entrevista foi feita de uma forma semiestruturada, foi dada liberdade aos inquiridos para que estes pudessem não só detalhar melhor as informações fornecidas, como por exemplo identificar o local de armazenamento dos documentos, mas também expressar a sua própria opinião quanto à obtenção e uso de certos KPIs.

De forma a resumir as informações obtidas, foi elaborada a tabela 4.4, a qual denota os KPIs já existentes e que foram identificados pelos diversos inquiridos. Através da realização desta entrevista, foi possível concluir que apesar dos estudos anteriormente realizados terem listado KPIs que pudessem exprimir o desempenho geral da empresa, apenas um número reduzido dos mesmos estava realmente a ser utilizado.

É importante salientar que existem KPIs em comum nas diferentes áreas como por exemplo o “KPI - Cumprimento de prazos das tarefas alocadas (*milestones*)”, sendo este medido de forma individual dentro da área em questão em vez de possuir uma base de dados conjunta. Contudo, existem KPIs que

são utilizados em todas as áreas, mas que têm origem noutra área, como por exemplo os KPIs: “custos extra (*Overhead cost*)” e “horas extra (*Overtime*)”. Estes KPIs são definidos e atualizados pela especialista de gestão de orçamento e de logística, onde se encontram categorizados pelos diversos departamentos e subdepartamentos da empresa. Com estas duas situações referidas, é ainda possível denotar que existem KPIs que são utilizados individualmente por área enquanto que outros são partilhados por todas, criando assim discrepâncias no modo que são obtidos, monitorizados e partilhados com toda a empresa.

A maior parte dos KPIs atualmente a serem utilizados estão categorizados como sendo parte dos processos internos e financeira, suprimindo assim KPIs que pudessem vir a integrar as categorias de aprendizagem e crescimento e dos clientes.

Comparando os KPIs existentes na tabela 4.1 e tabela 4.4, é possível verificar que existem alguns KPIs a serem utilizados pelas áreas que foram definidos em projetos anteriormente realizados, sendo estes: os gastos por projeto, custo das não conformidades, lucro vs. orçamento, horas gastas por projeto, tempo de atividade de máquina, cumprimento dos prazos propostos, horas extra e horas gastas em formação.

Analisando a tabela 4.4 é possível verificar que a maioria dos KPIs previamente existentes na UNCC apresentam maior foco nas categorias de processos internos e financeira, e menor foco na categoria clientes, uma vez que não se identifica nenhum KPI pertencente à mesma categoria.

Relativamente aos KPIs a serem utilizados por cada tipo de cargo, pode-se concluir que o especialista da qualidade, coordenador de produção e coordenador da área de engenharia apresentam maioritariamente um conjunto de KPIs da categoria de processos internos, enquanto que os KPIs da especialista de gestão de orçamento e de logística e do coordenador de projeto têm maior incidência na categoria financeira. Contudo, o supervisor de planeamento não dispõe de qualquer KPI para a sua monitorização, dificultando deste modo o controlo geral de todo o projeto.

Analisando os KPIs existentes na UNCC (tabela 4.4), é possível concluir que cerca de 85% dos KPIs são mencionados na literatura científica (tabela 2.4), embora possam possuir denominações diferentes. Deste modo, os únicos KPIs que não foram identificados na literatura, mas que se encontram implementados são: resultados obtidos das auditorias internas e externas, custos das não conformidades e custos de subcontratação. Uma das razões pelas quais os KPIs implementados não foram identificados na literatura, deve-se ao facto de os mesmos serem específicos para com as atividades realizadas na empresa, não tendo sido possível identificar casos estudos em empresas semelhantes à UNCC onde são identificados KPIs.

Tabela 4.4 - KPIs existentes na UNCC

Cargo do inquirido	KPI	Categoria
Especialista da qualidade	Cumprimento de prazos das tarefas alocadas (<i>milestones</i>)	Processos internos
	Resultados obtidos das auditorias internas e externas	Processos internos
	Custos das não conformidades	Financeira
Coordenador de produção	Horas extra (<i>overtime</i>)	Processos internos
	Cumprimento de prazos das tarefas alocadas (<i>milestones</i>)	Processos internos
	Horas gastas vs. planeadas	Processos internos
	Total de horas por projeto	Processos internos
	Número de horas em formação	Aprendizagem e crescimento
	Horas extra (<i>overtime</i>)	Processos internos
Coordenador da área de engenharia	Cumprimento de prazos das tarefas alocadas (<i>milestones</i>)	Processos internos
	Horas gastas vs. planeadas	Processos internos
	Total de horas por projeto	Processos internos
	% de tempo de funcionamento das máquinas (<i>machine uptime</i>)	Processos internos
	Número de horas em formação	Aprendizagem e crescimento
	Receitas vs. Custos	Financeira
Especialista de gestão de orçamento e de logística	Custos por projeto	Financeira
	Custos extra (<i>Overhead cost</i>)	Financeira
	Horas extra (<i>Overtime</i>)	Processos internos
Coordenador de projeto	Orçamento recebido por área	Financeira
	Custos de subcontratação	Financeira
Supervisor de planeamento	-	-

Contudo, os mesmos não estão a ser utilizados numa perspetiva estratégica, isto é, não estão implementados no *dashboard* de monitorização do gestor de topo, dificultando assim a monitorização do desempenho geral das atividades e processos da empresa. Os KPIs que atualmente existem têm apenas como audiência os próprios coordenadores de área e objetivo de partilha de informação entre estes, podendo assim concluir que são utilizados numa perspetiva tática.

Os inquiridos para além de identificarem os KPIs que estavam atualmente a ser utilizados, identificaram também algumas das características dos mesmos em resposta ao ponto F. da questão número 2 da entrevista (anexo A). Porém, das características possíveis de descrever relativamente às que se apresentavam no ponto F da entrevista, foram maioritariamente descritos o nome do KPI, o que é medido pelo mesmo e o método de recolha de dados. A razão pela qual os outros pontos não terem sido mencionados deve-se ao facto de os inquiridos não apresentarem uma metodologia estruturada que permitisse realizar a medição, análise e apresentação dos resultados. Consequentemente, as informações relativas à periodicidade, limites e objetivos a atingir foram vagamente mencionadas.

3. Informações sobre novos KPIs

A 3ª fase da entrevista teve como objetivo questionar os diversos inquiridos sobre possíveis KPIs que pudessem vir a ser úteis para a medição do desempenho geral da empresa, consoante a sua área de atuação. Contudo, para auxiliar os inquiridos foram apresentadas algumas áreas de realização de atividades/processos da empresa, para que estes pudessem não só identificar KPIs aplicáveis às suas, mas como também expressar a sua opinião relativamente a outras, como por exemplo:

- Financeira;
- Processos internos;
- Colaboradores;
- Clientes;
- Qualidade;
- Logística;
- Planeamento;
- Manutenção;
- Sustentabilidade.

Durante a realização desta fase da entrevista, para além de mencionar outras áreas/temas onde se possam vir a identificar KPIs para a empresa, foi também apresentado um conjunto de características que os mesmos devem possuir (SMART). Estas foram apresentadas de modo a que possa existir uma definição completa, e para que estes possam vir a ser implementados e utilizados.

Desta forma, tendo consciencializado os inquiridos destes dois aspetos cruciais para a definição dos KPIs (as suas áreas de definição e o conjunto de características que devem possuir), os mesmos foram identificados numa perspetiva estratégica, isto é, refletem o desempenho geral da empresa para que o gestor de topo possa ter uma visão abrangente da mesma. Posteriormente, as informações obtidas nesta 3ª fase da entrevista foram sintetizadas por categoria, sendo listados os KPIs identificados pelos inquiridos. Pelo facto de existirem algumas respostas repetidas, a tabela 4.5 pretende representar de forma resumida os KPIs agrupados pela categoria que pertencem:

Tabela 4.5 - KPIs identificados para medição do desempenho geral da empresa

Categoria	KPIs
Financeira	Custo de mão de obra interna
	Custos das horas extra
	Custos de subcontratação
	Custos reais vs. Planeados
	Desvio do orçamento do projeto
	Lucro estimado
	Número de não conformidades de qualidade
	Orçamento a receber por área
	Receitas vs. Custos
	Valor dos custos vs. horas trabalhadas
Processos Internos	% de projetos em que é necessária realização de 2ª reunião com o cliente
	% de tempo de funcionamento das máquinas (<i>machine uptime</i>)
	% de trabalho realizado na empresa vs. subcontratado
	Capacidade ocupada da empresa e por áreas
	Cumprimento de prazos das tarefas alocadas (<i>milestones</i>)
	Gastos energéticos
	Horas gastas vs. planeadas por projeto
	Medidas realizadas pela empresa vs. realizadas pelo cliente
	Número de ciclos de correção efetuados
	Número de não conformidades de qualidade
	Número de notas (incumprimento de especificações)
	Número de revisões de projetos realizadas por ano
Aprendizagem e crescimento	Qualidade do produto no fim de cada fase
	Tempo utilizado até atingir a categoria de qualidade aceitável (80% <i>druckbild</i>)
Clientes	Tipos de falha ocorrida
	Número de acidentes de trabalho
	Absenteísmo
	Satisfação do cliente
	Resultados das auditorias

Com a realização da 3ª fase da entrevista, foi possível listar 29 KPIs, sendo 10 pertencentes à categoria financeira, 15 à de processos internos, 2 à aprendizagem e crescimento e 2 do cliente. Através da análise dos resultados demonstrados na tabela 4.5, é possível concluir que nas categorias financeira e processos internos estão representados a generalidade dos KPIs, sendo deste modo as categorias que maior importância apresentam, do ponto de vista dos inquiridos, para medição do desempenho geral da empresa. Para além das informações acima mencionadas, foi ainda possível obter esclarecimentos sobre a origem, responsáveis e significado dos KPIs listados por parte dos inquiridos. Contudo, ao

expressarem a sua opinião sobre a possível implementação dos KPIs, foram mencionadas algumas preocupações e dificuldades que poderiam ocorrer na utilização dos mesmos, mais especificamente com a forma de obtenção de dados e análise dos mesmos.

Com a realização de toda esta entrevista, foi possível caracterizar o painel de inquiridos, cujo demonstrou ser abrangente, atuando em todas as áreas da empresa. A caracterização dos mesmos também permitiu demonstrar que os inquiridos possuíam uma base de conhecimento elevada sobre as suas áreas e sobre os KPIs a serem utilizados. Nas fases seguintes da entrevista foi realizada a listagem dos KPIs que se encontravam a ser utilizados pelos inquiridos nas respetivas áreas, e dos que pudessem vir a ser utilizados para medição e monitorização do estado geral dos processos e atividades da empresa.

Ao realizar a entrevista, os inquiridos foram consciencializados que o uso de KPIs não tem como objetivo identificar o responsável dos processos e atividades que não atingiriam o resultado esperado, mas sim como sendo uma ferramenta que permita melhorar de forma continua os processos e atividades que se encontrem a ser analisados, permitindo o crescimento da empresa de modo a tornar-se mais competitiva no mercado onde se encontra. Durante a realização destas entrevistas os inquiridos colaboraram bastante para a obtenção de resultados, tendo facultado a maior parte das informações que possuíam para posterior análise e uso em caso de implementação dos KPIs.

Através da identificação dos KPIs nesta fase, é possível comparar os mesmos com os KPIs identificados na literatura científica (tabela 2.4). Relativamente às áreas de aplicação de KPIs sugeridas, é possível verificar que a maioria dos KPIs identificados pertencem às áreas de financeira, processos internos, qualidade, planeamento e clientes. Porém, as áreas relacionadas com os colaboradores, logística, manutenção e sustentabilidade foram as que foram menos mencionadas, originando assim que haja áreas nas quais os KPIs não possuem tanto enfoque. Desta forma, a conjugação das metodologias de identificação de KPIs por parte das entrevistas juntamente com a identificação por via de revisão da literatura, origina uma análise completa de possíveis KPIs a implementar na área em questão, uma vez que permitem identificar KPIs de áreas que outrora não foram mencionados na aplicação de uma só metodologia.

Ao comparar os KPIs atualmente aplicados na UNCC (tabela 4.4) e os KPIs identificados pelos inquiridos (tabela 4.5) com os diversos KPIs das diferentes áreas presentes na literatura científica (tabela 2.4), é possível concluir que as áreas da logística, manutenção e sustentabilidade são as que menos enfoque apresentam ter para medir o desempenho na empresa, ainda que sejam praticadas diversas atividades que englobem as mesmas.

4.5. Pré-seleção de KPIs

O desenvolvimento deste caso de estudo tem como objetivo a aplicação do modelo de decisão ANP no processo de escolha de KPIs, sendo necessário proceder à estruturação do mesmo. Contudo, uma vez que este modelo apresenta alguma complexidade, é realizada uma pré-seleção de KPIs que visam vir a integrar o modelo, de forma a reduzir o número de comparações possíveis a realizar, segundo a metodologia indicada no capítulo 3.3.

Para a realização da pré-seleção dos KPIs, foi elaborado o questionário presente no anexo B, sendo o objetivo principal do mesmo a obtenção das opiniões individuais de cada um dos inquiridos sobre a importância dos KPIs listados para avaliarem o desempenho geral da empresa. Este questionário teve como destinatários os mesmos inquiridos mencionados na tabela 4.3, sendo-lhes apresentadas quatro tabelas distintas, segundo as categorias do BSC, com os KPIs indicados pelos mesmos anteriormente para a medição do desempenho geral da empresa (tabela 4.5) e os KPIs listados a partir da literatura científica (tabela 2.4). No questionário foi apresentada uma escala de importância de 1 a 5 para os inquiridos poderem expressar a sua opinião quanto aos KPIs listados (tabela 3.1).

Os questionários foram enviados via e-mail e respondidos individualmente, sem existir alguma troca de informações entre os inquiridos, de forma a que a opinião dos mesmos não pudesse vir a ser influenciada. Apesar dos inquiridos possuírem diferentes cargos com diferentes anos de experiência, foi dado o mesmo peso de avaliação do grau de importância atribuído a cada KPI, estando os mesmos representados nas tabelas do anexo B. De forma a facilitar a visualização dos dados na tabela, os cargos dos inquiridos tomaram a seguinte classificação: A - Especialista da qualidade, B - Coordenador de produção, C - Coordenador da área de engenharia, D - Especialista de gestão de orçamento e de logística, E - Coordenador de projeto e F - Supervisor de planeamento. Obtidos os dados do questionário e analisando os mesmos, foi seguida a metodologia indicada na secção 3.3.

Analisando as respostas dos questionários e seguindo a metodologia referida, foi calculada a média do grau de importância dado a cada KPI de forma individual, variando esta entre 1.67 (mínimo) e 4.83 (máximo). De seguida, foi calculado o valor médio dos valores mínimo e máximo, sendo este 3.25. Assim, com o objetivo de realizar uma pré-seleção de KPIs para poder simplificar tanto o modelo ANP como o processo de tomada de decisão, os que apresentassem valores médios inferiores a 3.25 valores seriam excluídos. Porém, ao excluir apenas KPIs com valores médios inferiores a 3.25 valores, a mesma iria resultar na existência de um modelo com 35 KPIs, o que continua a ser um valor ainda elevado para o problema em questão.

Para avaliar e averiguar qual o valor médio abaixo do qual se deveria proceder à exclusão dos KPIs, foi realizada a tabela presente no anexo C, onde foi simulado o valor de KPIs a incluir no modelo consoante o valor médio escolhido. Como é possível observar, as tabelas encontram-se divididas por categoria, sendo em cada uma delas apresentados os KPIs. Na coluna “Número médio” estão

representados no cabeçalho os valores médios para realização da pré-seleção. Nas linhas onde se encontram representados os KPIs, encontram-se também os valores numéricos 1 e 0, refletindo estes se a média do KPI em análise é maior ou menor que o “número médio”, como demonstra o seguinte exemplo:

Tabela 4.6 - Exemplo de análise da pré-seleção dos KPIs

KPIs	Número médio												
	3,25	3,26	3,27	3,28	3,29	3,30	3,40	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00
Custo das não conformidades de qualidade	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Custo de mão de obra interna	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Custo do inventário	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Número de KPIs	35	35	35	35	35	35	29	26	26	17	17	15	12

A tabela 4.6 contém um excerto de dados da tabela correspondente à categoria financeira do anexo C, de onde foram retirados os KPIs custo das não conformidades de qualidade, custo de mão de obra interna e custo do inventário para poder realizar a sua análise. Analisando o KPI “custo das não conformidades”, este apresenta uma média de 4.00 valores, na escala de 1.00 a 5.00. Verificando a primeira coluna, o número médio em questão é de 3.25 valores e o do KPI em análise é 4.00 valores, demonstrando assim apresentar maior valor médio que o indicado na coluna. Neste caso, onde o valor médio do KPI seja superior ou igual ao valor da coluna, esta fica representada com o valor de 1 e a célula é marcada a verde. Caso se verifique a situação contrária, isto é, onde número médio > média KPI, é associado o valor 0 e a célula sem cor.

Neste caso em específico, visto que a média do “KPI - custo das não conformidades de qualidade” é superior aos valores médios no intervalo de 3.25 a 3.90 valores, este irá apresentar o valor 1 e as respectivas células irão ficar marcadas a verde. Como na última coluna a relação lógica já não se verifica, será apresentado o valor 0. O seguinte raciocínio lógico pode ser visualizado da seguinte forma:

$$Valor\ da\ célula = \begin{cases} 0, & se\ Número\ médio > Média\ KPI \\ 1, & se\ Número\ médio \leq Média\ KPI \end{cases} \quad (9)$$

Porém, existem outros KPIs que não apresentam valores tão elevados como o KPI mencionado anteriormente, sendo que estes apresentam o valor 0 a partir da coluna com número médio 3.40 (“KPI - custo de mão de obra interna”) e a partir da coluna com número médio 3.25 (“KPI - custo do inventário”), sendo que este último apresenta uma média inferior ao conjunto total dos KPIs.

Seguindo o raciocínio apresentado, foram simulados o número total de KPIs que apresentariam média superior aos valores apresentados nas colunas “Números médios”, variando entre 35 e 12 o número de KPIs, no intervalo de números médios de 3.25 a 4.00 valores. Estes resultados podem ser visualizados na última linha do exemplo na tabela 4.6.

O objetivo de aplicação desta metodologia é a pré-seleção de um conjunto de KPIs, de modo a tornar o modelo ANP menos complexo e facilitar o processo de tomada de decisão. Posto isto, foram selecionados os KPIs que apresentassem valor médio superior a 3.70 valores, sendo pré-selecionados 17 KPIs para integrar o modelo.

Os 17 KPIs obtidos através da pré-seleção estão representados na tabela 4.7, sendo estes 3 KPIs pertencentes à categoria financeira, 6 KPIs à categoria processos internos, 4 KPIs à categoria aprendizagem e crescimento e 4 KPIs à categoria clientes. Desta forma, o gráfico da figura 4.5 pretende demonstrar a origem de identificação dos 17 KPIs pré-selecionados, sendo que cerca de 29% teve origem da realização das entrevistas, 18% foram identificados na literatura científica, 47% foram mencionados tanto nas entrevistas como na literatura científica e por fim 6% já se encontravam implementados.

Tabela 4.7 - KPIs pré-selecionados a virem integrarem o modelo ANP

Categoria	KPI	Origem
Financeira	Número de não conformidades	Entrevistas
	Desvio do orçamento do projeto	Entrevistas/ Literatura
	Receitas vs. Custos	Entrevistas/ Literatura
Processos Internos	Capacidade ocupada da empresa e por áreas	Entrevistas/ Literatura
	Horas gastas vs. planeadas totais	Entrevistas/ Literatura
	Número de revisões de projetos realizadas por ano	Entrevistas
	Taxa de produtos com boa qualidade	Literatura
	Tipos de falha ocorrida (AK, BK, CK)	Entrevistas
	% de projetos em que é necessária realização de 2ª reunião com o cliente	Entrevistas
	Absenteísmo	Entrevistas/ Literatura
Aprendizagem e crescimento	Número de acidentes de trabalho	Entrevistas/ Literatura
	Satisfação dos funcionários (<i>Stimmungsbarometer</i>)	Implementado
	Média de horas gastas em formação das equipas	Literatura
Clientes	Satisfação do cliente	Entrevistas/ Literatura
	Número de notas (incumprimento de especificações)	Entrevistas/ Literatura
	Número de reclamações dos clientes	Literatura
	Resultados das auditorias	Entrevistas

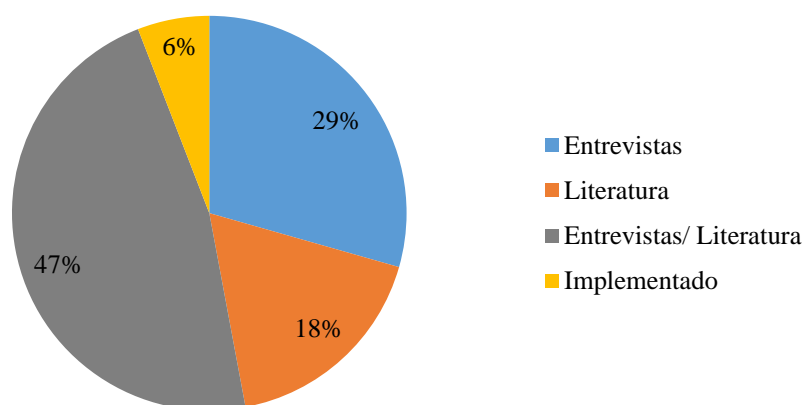


Figura 4.5 - Origem dos KPIs pré-selecionados a virem integrar o modelo ANP

4.6. Descrição dos KPIs pré-selecionados

Foi elaborada uma breve descrição dos KPIs pré-selecionados, de forma a que estes sejam explícitos e apresentem um conjunto de informações necessárias para a sua compreensão. A sua caracterização inclui maioritariamente aspetos como: a descrição do que é medido, o departamento/colaborador responsável pela elaboração/obtenção de informação para atualização dos KPIs e ainda alguns conceitos mais técnicos que estes possam possuir, podendo ser esta consultada no anexo D.

4.7. Aplicação do modelo de decisão ANP

Selecionados os KPIs que vêm a integrar o modelo (tabela 4.7), é possível agora proceder à estruturação e aplicação do modelo ANP.

4.7.1. Caracterização do decisor

De forma a realizar as comparações e posterior seleção de KPIs, foi definido como sendo o decisor o gestor de topo da UNCC (*stakeholder*). O gestor de topo encontra-se no grupo Volkswagen há cerca de 16 anos, possuindo elevados conhecimentos sobre a generalidade dos processos realizados no grupo. O mesmo apresenta uma carreira na gestão, estando anteriormente presente em outras unidades industriais de manufatura de moldes da empresa como sendo o gestor de topo da mesma, adquirindo deste modo conhecimentos específicos sobre os processos similares aos realizados na UNCC. A realização de vários destacamentos por diversas unidades industriais enquanto gestor de topo, permitiu ao mesmo desenvolver capacidades de gestão e de tomada de decisão. Relativamente à sua presença na UNCC, o mesmo encontra-se no cargo há cerca de 2 anos, tendo permitindo a sua integração na unidade industrial.

Ao analisar o percurso realizado pelo gestor de topo, pode-se concluir que este apresenta um elevado conhecimento na área em questão, estando regularmente sujeito a processos de tomada de decisão, quer estes sejam a nível operacional, tático ou estratégico.

4.7.2. Identificação dos *clusters*

O *cluster* objetivo é constituído por um único elemento, sendo este o objetivo do problema, definido pelo responsável da implementação dos KPIs na empresa. O objetivo do problema ao qual o modelo pretende vir a dar resposta é melhorar o desempenho das atividades realizadas na empresa, através do uso de KPIs.

O *cluster* critérios é composto por um conjunto de elementos (critérios) que visam influenciar o processo de tomada de decisão do decisor, ao apresentar-lhe diversas perspetivas. Deste modo, os critérios selecionados para aplicação neste caso de estudo encontram-se representados na secção 3.5.1, sendo os mesmos obtidos através da revisão da literatura.

Por último, o *cluster* alternativas abrange todo o conjunto de alternativas que o decisor tem à sua disposição para escolher. Contudo, visto os KPIs pré-selecionados no capítulo anterior estarem agrupados nas quatro categorias do BSC, e visto que um *cluster* não deve exceder nove elementos, as alternativas foram divididas em quatro *clusters* sendo estas:

- **Alternativa 1** (KPIs da categoria financeira):
 - Número de não conformidades;
 - Desvio do orçamento do projeto;
 - Receitas vs. custos.
- **Alternativa 2** (KPIs da categoria processos internos):
 - Capacidade ocupada da empresa e por áreas;
 - Horas gastas vs. planeadas totais;
 - Número de revisões de projetos realizadas por ano;
 - Taxa de produtos com boa qualidade;
 - Tipos de falha ocorrida (AK, BK, CK);
 - Percentagem de projetos em que é necessária realização de 2ª reunião com o cliente.
- **Alternativa 3** (KPIs da categoria aprendizagem e crescimento):
 - Absenteísmo;
 - Número de acidentes de trabalho;
 - Satisfação dos funcionários (*Stimmungsbarometer*);
 - Média de horas gastas em formação das equipas.

- **Alternativa 4** (KPIs da categoria clientes):
 - Satisfação do cliente;
 - Número de notas (incumprimento de especificações);
 - Número de reclamações dos clientes;
 - Resultados das auditorias.

4.7.3. Verificação de relações

De forma a reduzir o número de comparações a serem realizadas por parte do decisor, foram verificadas as relações entre os elementos dos diversos *clusters*, segundo a metodologia da secção 3.6.2.

Estas relações foram identificadas através da realização de um questionário ao supervisor de planeamento, uma vez que este apresenta uma visão geral sobre todos os processos e atividades realizadas na empresa. Na tabela 4.8, encontra-se um exemplo, onde se pretende ilustrar uma relação de cada tipo identificada pelo supervisor de planeamento.

Para ser possível realizar a identificação das relações e influências existentes entre elementos, foi elaborada uma matriz onde se encontram representados os seis *clusters* diferentes que integram o modelo (objetivo, critérios, alternativa 1, alternativa 2, alternativa 3 e alternativa 4) com os respetivos elementos nas linhas e colunas. A leitura da matriz realiza-se das linhas para as colunas, isto é, se o elemento representado na linha influenciar o elemento apresentado na coluna, esta influência deverá ser identificada com um X, como é possível verificar no exemplo da tabela 4.8.

Tabela 4.8 - Exemplo de identificação de influências entre elementos do mesmo *cluster* (*inner dependencies*) e entre elementos de *clusters* distintos (*outer dependencies*)

KPI	Cluster Alternativa 1	Cluster Alternativa 2
	KPI - Número de não conformidades	KPI - Taxa de produtos com boa qualidade
Cluster Alternativa 1		
Processos internos : KPI		
Capacidade ocupada	X	X

Nesse exemplo, pode-se observar que o elemento em análise se trata do “KPI - capacidade ocupada” pertencente ao *cluster* alternativa 1 (KPI da categoria processos internos). Como é possível verificar, ao analisar as dependências internas, pode-se concluir que alterações (quer seja aumento ou diminuição) ao valor do “KPI - capacidade ocupada”, irão provocar alterações nos valores do “KPI - número de não conformidades”, sendo esta relação representada por um X. Neste caso em concreto, ao aumentar a percentagem de capacidade ocupada na empresa, esta significa realização de maior número de tarefas e processos, o que origina naturalmente que haja um maior número de não conformidades.

Analisando agora uma situação de influência entre elementos de *clusters* diferentes, é possível observar que ao realizar alterações ao valor do “KPI - capacidade ocupada”, estas irão provocar alterações no elemento pertencente a um *cluster* diferente, “KPI - taxa de produtos com boa qualidade”, sendo esta relação representada por um X. Como referido anteriormente, o aumento da capacidade traduz-se na realização de maior número de tarefas e processos, o que afeta a taxa de produtos com boa qualidade.

Seguindo o raciocínio exemplificado para a identificação de relações como na tabela 4.8, foi realizada a análise para todos os 25 elementos dos 6 *clusters* diferentes, estando estas representadas no anexo E. De seguida é apresentado um excerto da tabela de identificação de relações entre os elementos do *cluster* alternativa 1, com os elementos dos *clusters* objetivo, critérios e alternativa 1, consoante a denotação presente no anexo E:

Tabela 4.9 Exemplo de identificações de relações entre elementos dos diversos *clusters*, respetivamente ao *cluster* alternativa 1

<i>Clusters</i>												
<i>Cluster</i> Alternativa 1	Elementos	Objetivo	Critérios							Alternativa 1		
		O1	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	F1	F2	F3
	F1	x	x	x	-	-	-	-	-	-	x	x
	F2	x	x	x	-	-	-	-	-	x	-	x
	F3	x	x	x	X	-	-	x	x	x	x	-

Antes de realizar a identificação de relações entre os elementos, foi calculado o número de comparações necessárias a realizar bem como o número de matrizes, com recurso à fórmula (2). Através da aplicação da mesma, verificou-se que existiriam cerca de 125 matrizes de comparação e 1275 comparações entre os diversos elementos do modelo.

Contudo, ao realizar esta verificação, foi possível reduzir o valor de 125 para cerca 75 matrizes de comparação, e ainda reduzir de 1275 para 299 o número de comparações a realizar, sendo possível concluir que a aplicação deste método permitiu uma redução do número de comparações a realizar por parte do decisor em cerca de 80%.

4.7.4. Estrutura do ANP

Tendo procedido à identificação dos *clusters* e dos respetivos elementos na secção 4.7.2, e a identificação das relações existentes entre os mesmos, através do *software SuperDecisions* foram selecionadas as relações. Com a realização deste processo foi possível obter a estrutura do ANP como demonstrado na figura 4.6.

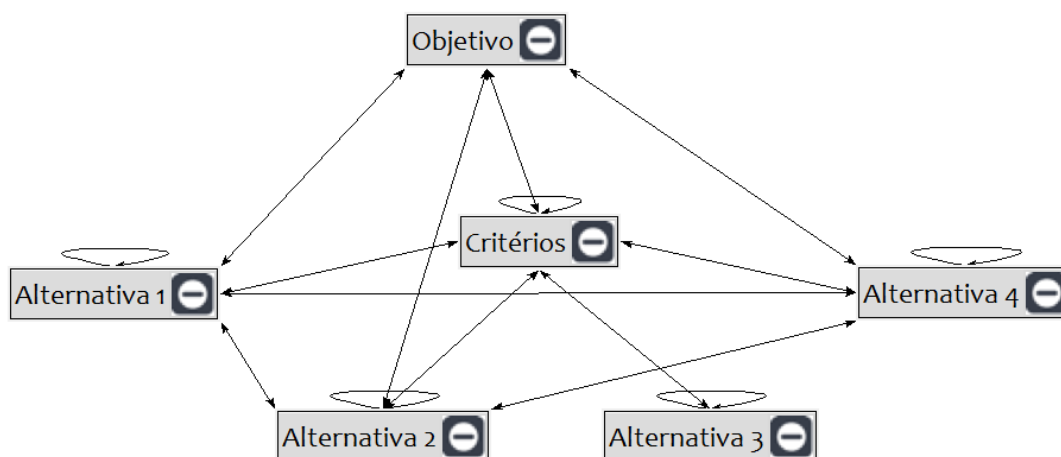


Figura 4.6 - Estrutura de rede do ANP

Comparando a estrutura do ANP obtida (figura 4.6) relativamente com a estrutura original do ANP (figura 3.4), é possível verificar que existe um menor número de setas, que representam as relações entre elementos, sendo este o resultado da realização da identificação de relações na secção anterior, simplificando deste modo o modelo ANP.

4.7.5. Formulação das matrizes de comparação de pares

Para ser possível realizar a formulação das matrizes de comparação de pares, teve-se em atenção a forma como foi modelada a estrutura de rede do ANP. Através da modelação da estrutura do ANP referida no subcapítulo anterior, é possível verificar que existem cerca de 75 matrizes de comparação com um total de 299 comparações a realizar.

Na apresentação do modelo ANP ao decisor, foram identificados os diferentes *clusters* e explicados os elementos individualmente (critérios e KPIs), de forma a que o gestor de topo apresentasse conhecimentos necessários sobre modelo de modo a realizar as comparações o mais logicamente possível. Seguidamente, foi apresentado o objetivo de aplicação do modelo, que seria obter a priorização dos KPIs listados de modo a que a mesma pudesse vir a auxiliar o seu processo de tomada de decisão na escolha dos KPIs para monitorização do desempenho geral da empresa. Por último, antes de iniciar o processo propriamente dito da formulação das matrizes de comparação de pares, foi exibido um exemplo para que o mesmo percebesse como eram realizadas as comparações.

Ao realizar as comparações foi apresentada a escala fundamental de Saaty (tabela 3.1), a qual tem como objetivo converter a opinião qualitativa do decisor em uma opinião quantitativa, relativamente à importância que cada elemento possui relativamente a outro.

Seguindo o raciocínio mencionado na seção 3.5.2, foram realizadas todas as 299 comparações, tendo sido necessárias duas reuniões presenciais, cada uma com uma duração aproximada de uma hora para a realização das mesmas.

Através dos dados obtidos das comparações realizadas como mencionado na seção 3.6.2, é demonstrado um exemplo da construção da matriz de comparação e obtenção dos respectivos pesos/prioridades. No seguinte exemplo da tabela 4.10, foram comparados elementos do *cluster* alternativas 1 relativamente ao elemento “KPI - Capacidade ocupada” do *cluster* alternativa 2, é possível desenvolver a seguinte matriz de comparação:

Tabela 4.10 - Exemplo de matriz de comparação

	KPI - Desvio do orçamento do projeto	KPI - Número de não conformidades	KPI - Receitas vs. Custos
KPI - Desvio do orçamento do projeto	1	1/5	1/5
KPI - Número de não conformidades	5	1	1
KPI - Receitas vs. Custos	5	1	1
Somatório	11	2.20	2.20

Através dos dados recolhidos das comparações, foi possível obter a matriz de comparação, a qual contém as importâncias atribuídas pelo decisor nas diferentes comparações. A matriz representada pode ser lida das linhas para as colunas, isto é, no caso do “KPI - Número de não conformidades” presente na linha, este apresenta ser mais importante (valor 5 na escala) que o “KPI - Desvio do orçamento do projeto”, presente na coluna. Deste modo, pode realizar-se também a comparação inversa, sendo que o “KPI - Desvio do orçamento do projeto” (na linha) aparenta ter 1/5 da importância do “KPI - Número de não conformidades” (coluna). Seguindo o raciocínio, foram colocados os valores diretos das comparações e os respetivos inversos na matriz de comparação, como indicado na seguinte equação:

$$a_{12} = \frac{1}{a_{21}} = \frac{1}{5} \quad (10)$$

Como é possível verificar, a soma dos valores dos elementos de cada coluna é diferente de 1, pelo que será necessário normalizar a matriz de modo a poder retirar conclusões sobre a mesma.

Tabela 4.11 - Exemplo de matriz de comparações normalizada e síntese dos pesos

	KPI - Desvio do orçamento do projeto	KPI - Número de não conformidades	KPI - Receitas vs. Custos	Pesos
KPI - Desvio do orçamento do projeto	0,09	0,09	0,09	0,09
KPI - Número de não conformidades	0,45	0,45	0,45	0,45
KPI - Receitas vs. Custos	0,45	0,45	0,45	0,45
Somatório	1,00	1,00	1,00	1,00

De forma a normalizar os valores da tabela 4.11, foi dividido o valor de cada célula pelo somatório da respetiva coluna, aplicando assim a equação:

$$w_1 = \frac{a_{11}}{\sum_{i=1}^3 a_{i1}} = \frac{1}{(1+5+5)} = 0.09 \quad (11)$$

De seguida, de modo a calcular os pesos de cada elemento da comparação, foi calculada a média por linha dos valores da tabela, obtendo-se os pesos representados na última coluna.

4.7.6. Verificação de inconsistências

Seguindo a metodologia indicada na secção 3.5.4, é realizada a análise de consistência de modo a verificar se os valores obtidos como pesos para cada um dos elementos na comparação são coerentes. Para calcular o λ_{max} (com auxílio à equação número (5)), multiplica-se o valor de cada coluna da matriz de comparação (tabela 4.10) pelo respetivo peso, e procede-se ao somatório dos valores das matrizes, obtendo assim o vetor das somas ponderadas. Calculado o vetor, divide-se o mesmo pelo peso respetivo, determinado na tabela 4.11. Assim, ao calcular a média dos valores anteriormente calculados, obteve-se o valor de $\lambda_{max} = 3$.

Aplicando a equação (6), que permite calcular o índice de consistência (CI), e sendo $n = 3$ o número de elementos na comparação em questão, obteve-se um índice de consistência com valor igual a 0 valores.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{3 - 3}{3 - 1} = 0 \quad (12)$$

Para calcular o rácio de consistência, que indica se a comparação realizada apresenta valores lógicos, foi necessário verificar o valor tabelado do índice médio de consistência aleatório (RI) (tabela 3.3), sendo este $RI = 0.58$, uma vez que $n = 3$.

Ao obter o índice de consistência e o índice médio de consistência aleatório, calculou-se o valor de CR, tendo este sido de $CR = 0.00$, demonstrando assim que a comparação realizada é consistente visto que o valor de $CR \leq 0.10$.

O raciocínio apresentado serviu apenas para explicar como é procedido o cálculo do CR, e verificar assim se as comparações realizadas são consistentes, uma vez que o *software SuperDecisions* realiza todo este processo de forma automatizada.

4.7.7. Resolução de problemas de consistência

Ao analisar o conjunto total das 75 matrizes de comparação, verificou-se a existência de 20 que não apresentavam o requisito mínimo de $CR \leq 0.10$, sendo classificadas como inconsistentes. Deste modo, olhando de um ponto de vista estatístico, das 75 matrizes de comparação realizadas, cerca de 73% (55 matrizes) apresentou um $CR \leq 0.10$, sendo classificadas como consistentes, e 27% (20 matrizes) foram classificadas com inconsistentes.

Como a existência de inconsistências prejudica a autenticidade do resultado final que se pode obter com a aplicação do modelo, surgiu assim a necessidade de converter as matrizes inconsistentes para consistentes. Esse processo realizou-se através de reuniões presenciais com o decisor, ao qual foram explicados o que são inconsistências e qual o motivo que as originam. Consequentemente, ao realizar novas comparações e analisar o rácio de consistência, foi possível reduzir o número de matrizes de comparação inconsistentes de 20 para 9, representado apenas 12% do total de matrizes. Todavia, uma vez que ainda se verificava a existência de matrizes de comparação inconsistentes, foi realizada outra reunião, através do qual foram refeitas as comparações, obtendo assim um conjunto total de 75 matrizes de comparação que apresentam rácio de consistência com valor menor a 0.10, pelo que se finaliza o processo de verificação de consistência.

Ao analisar todo o processo realizado de verificação de inconsistências, pode-se concluir que do conjunto total de comparações, verificou-se que existiu maior dificuldade por parte do decisor ao realizar comparações relativamente aos elementos do *cluster* alternativa 2, visto este ter apresentado um maior número de matrizes inconsistentes.

4.7.8. Construção da supermatriz (*supermatrix*)

As supermatrizes são constituídas por todos os elementos dos *clusters*, estando representadas as relações existentes. A realização das supermatrizes teve como auxílio o uso do *software SuperDecisions*, onde se modelou o ANP, sendo que este apresenta um menu na sua interface gráfica onde permite selecionar quais as supermatrizes que se pretendem obter. Através do uso do mesmo, foram retiradas todas as informações relativamente às supermatrizes, uma vez que este realiza o cálculo de forma automática.

Visto que o modelo ANP apresenta um número elevado de elementos, as suas matrizes quadradas possuem uma dimensão de 25×25 , pelo que será apresentado apenas um exemplo dos resultados das supermatrizes, estando as mesmas representadas de forma completa nos anexos F, G e H.

1. Supermatriz não ponderada (*unweighted supermatrix*)

De seguida, é apresentada parte da supermatriz não ponderada (tabela 4.12) com os mesmos elementos em análise presentes na tabela 4.11. O pesos determinados e representados, encontram-se agora representados na última coluna da tabela, relativamente ao “KPI - Capacidade ocupada”. Posto isto, as células da supermatriz não ponderada foram preenchidas com os vetores de prioridade determinados anteriormente.

A supermatriz não ponderada completa pode ser visualizada no anexo F, sendo utilizadas as denotações estabelecidas no anexo E.

Tabela 4.12 - Exemplo da supermatriz não ponderada

	KPI - Receitas vs. Custos	KPI - Desvio do orçamento do projeto	KPI - Número de não conformidades	KPI -Capacidade ocupada
KPI - Receitas vs. Custos	0,0000	0,1250	0,5000	0,4545
KPI - Desvio do orçamento do projeto	0,5000	0,0000	0,5000	0,0909
KPI - Número de não conformidades	0,5000	0,8750	0,0000	0,4545

2. Supermatriz ponderada (*weighted supermatrix*)

Ao realizar comparações par-a-par, para além de comparar elementos das alternativas e elementos dos critérios, foram também comparados os *clusters* entre si com o intuito de determinar os pesos que os mesmos apresentariam. Deste modo, a tabela 4.13 sintetiza os vetores de prioridade associados a cada *cluster*:

Tabela 4.13 - Vetores de prioridade dos *clusters*

<i>Cluster</i>	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Critérios	Objetivo
Alternativa 1	0,39728	0,34357	0,00000	0,45721	0,08368	0,51495
Alternativa 2	0,05109	0,05911	0,00000	0,06708	0,03515	0,07496
Alternativa 3	0,00000	0,00000	0,25000	0,00000	0,19749	0,00000
Alternativa 4	0,20329	0,12776	0,00000	0,21692	0,44426	0,13729
Critérios	0,08922	0,10753	0,75000	0,05621	0,07342	0,27281
Objetivo	0,25913	0,36203	0,00000	0,20257	0,16600	0,00000

Como é possível verificar, os valores apresentados na última coluna “objetivo” representam a importância/peso que os *clusters* apresentam sobre o mesmo. Consequentemente, pode-se concluir que o decisor tem maior consideração relativamente à alternativa 1 (KPIs da categoria financeira), seguido da alternativa 4 (KPIs da categoria clientes), alternativa 2 (KPIs da categoria processos internos) e por último menos importância à alternativa 3 (KPIs da categoria aprendizagem e crescimento).

O valor obtido pode ser visualizado na primeira coluna da supermatriz ponderada, na respetiva linha do elemento em análise (tabela 4.14). Devido à complexidade da supermatriz, a mesma está de forma completa representada no anexo G.

Tabela 4.14 - Exemplo da supermatriz ponderada

	KPI - Receitas vs. Custos	KPI - Desvio do orçamento do projeto	KPI - Número de não conformidades	KPI -Capacidade ocupada
KPI - Receitas vs. Custos	0,00000	0,04966	0,19864	0,15617
KPI - Desvio do orçamento do projeto	0,19864	0,00000	0,19864	0,03123
KPI - Número de não conformidades	0,19864	0,34762	0,00000	0,15617

Ao realizar a ponderação dos valores da supermatriz não ponderada como representado no exemplo acima realizado, é possível verificar agora que a soma do valor dos elementos por coluna da supermatriz ponderada (anexo G) apresenta valor igual a 1.

3. Supermatriz limite (*limit supermatrix*)

Por último, a realização da supermatriz limite vem a representar as prioridades dos elementos e a dar resposta ao problema em questão. A supermatriz limite é obtida ao elevar os valores dos elementos da supermatriz ponderada à potência de $2k + 1$, onde k é um número arbitrariamente grande, até convergir para um limite. Deste modo é obtida a supermatriz limite representada no anexo H.

4.8. Resultados do ANP

Ao obter a supermatriz limite, é possível retirar conclusões quanto à importância que cada elemento das diferentes alternativas apresenta para com o objetivo definido. Ao verificar a última coluna da supermatriz limite presente no anexo H, verifica-se a importância/peso que os KPIs e critérios apresentam para atingir o objetivo, sendo estes valores transpostos para a tabela 4.15, representados na coluna “Valor limite”. Quanto maior o valor apresentado pelos elementos na coluna, maior importância o mesmo terá para atingir o objetivo.

Tabela 4.15 - Priorização dos elementos das alternativas obtidos através da aplicação do ANP

Categoria	KPI	Valor limite	Priorização
Financeira	Número de não conformidades	0,16895	1
Clientes	Número de reclamações dos clientes	0,12360	2
Financeira	Desvio do orçamento do projeto	0,11007	3
	Receitas vs. Custos	0,10227	4
Cliente	Número de notas (incumprimento de especificações)	0,05899	5
	Satisfação do cliente	0,04315	6
Processos internos	Taxa de produtos com boa qualidade	0,02160	7
	Horas gastas vs. planeadas totais	0,01537	8
	Tipos de falha (AK, BK, CK)	0,00968	9
	Capacidade ocupada	0,00702	10

Como é possível verificar no anexo H, a soma de todos os valores da coluna limite apresentam valor igual a 1, estando deste modo ponderados. Contudo, com o objetivo de analisar apenas os elementos de cada alternativa de forma a verificar a ordem de importância de cada KPI dentro do seu respetivo *cluster*,

é necessário proceder à normalização dos valores. Estes valores podem ser encontrados no anexo I, na coluna “Valor normalizado por *Cluster*”. Deste modo, é obtida uma visão focada nos KPIs de cada alternativa, excluindo a importância que os outros KPIs terão para com a concretização do objetivo.

Analisando os resultados, a tabela 4.15 vem a demonstrar os 10 KPIs dos diferentes *clusters* com maior importância para atingir o objetivo, segundo a opinião do decisor. Deste modo, comparando os resultados obtidos, os mesmos são concordantes com as conclusões retiradas através da análise da tabela 4.13, através da qual se verificou quais os *clusters* que apresentavam maior importância.

Contudo, é ainda possível verificar quais os elementos que apresentam maior importância dentro do mesmo *cluster*, sendo essa informação obtida através do cálculo do “Valor normalizado por *Cluster*”.

Ao analisar a importância dos elementos por *cluster*, é possível verificar que dos elementos presentes na alternativa 1 (tabela 4.16), o “KPI - Número de não conformidades” é o que apresenta maior importância para o decisor, com um valor normalizado de 0.44310. Seguidamente, com um valor de 0.28868, o “KPI - Desvio do orçamento do projeto” é o que apresenta maior importância, e por último, o “KPI - Receitas vs. Custos” demonstra ser o menos importante com um valor de 0.26822. Porém, os últimos dois KPIs referidos apresentam valores normalizados aproximados, existindo apenas a diferença de 0.02046 referente à importância dos mesmos.

Tabela 4.16 - Priorização dos elementos por *cluster* (alternativa 1)

<i>Cluster</i>	KPI	Valor normalizado por <i>Cluster</i>	Priorização
Alternativa 1 (Categoria Financeira)	Número de não conformidades	0.44310	1
	Desvio do orçamento do projeto	0.28868	2
	Receitas vs. Custos	0.26822	3

Observando os valores normalizados por *cluster* da alternativa 2 (tabela 4.17), é possível verificar que o “KPI - Taxa de produtos com boa qualidade” apresenta maior importância para o decisor com um valor normalizado de 0.38168, seguido do “KPI - Horas gastas vs. planeadas totais” com um valor de 0.27156, em 3º lugar o “KPI - Tipos de falha (AK, BK, CK) com um valor de 0.17114, em 4º o “KPI - Capacidade ocupada” com um valor de 0.12401, em 5º o “KPI - Nº de revisões de projetos” com um valor de 0.03171, e por último, em 6º lugar de importância, o “KPI - % de projetos em que é necessária realização de 2ª reunião com o cliente” com um valor de 0.01990.

Tabela 4.17 - Priorização dos elementos por *cluster* (alternativa 2)

<i>Cluster</i>	KPI	Valor normalizado por <i>Cluster</i>	Priorização
Alternativa 2 (Categoria Processos internos)	Taxa de produtos com boa qualidade	0.38168	1
	Horas gastas vs. planeadas totais	0.27156	2
	Tipos de falha (AK, BK, CK)	0.17114	3
	Capacidade ocupada	0.12401	4
	Número de revisões de projetos	0.03171	5
	% de projetos em que é necessária realização de 2ª reunião com o cliente	0.01990	6

Ao verificar a tabela 4.15, a mesma demonstra as prioridades de cada elemento no conjunto total de elementos de todos os *clusters*. Deste modo, com o objetivo de restringir a seleção apenas a 10 KPIs, a tabela pretende representar os que maior importância apresenta para o decisor. Porém, analisando a mesma, verifica-se que não se encontram representados quaisquer KPIs da alternativa 3 (Categoria Aprendizagem e crescimento). Desta forma, ao analisar os valores normalizados por *cluster*, é possível determinar quais os KPIs da categoria que maior importância apresenta para o decisor, apesar dos mesmos não estarem presentes na classificação geral.

Analisado a tabela 4.18, verifica-se que o “KPI - Número de acidentes de trabalho” é o que maior importância apresenta perante a opinião do decisor, com um valor normalizado de 0.39254. De seguida, o KPI com maior importância trata-se do “KPI - Satisfação dos funcionários (*Stimmungsbarometer*)” com valor normalizado de 0.31227, seguido do “KPI - Média de horas gastas em formação das equipas” com um valor de 0.17543 e por último o “KPI - Absenteísmo” com um valor de 0.11976.

Tabela 4.18 - Priorização dos elementos por *cluster* (alternativa 3)

<i>Cluster</i>	KPI	Valor normalizado por <i>Cluster</i>	Priorização
Alternativa 3 (Categoria Aprendizagem e crescimento)	Número de acidentes de trabalho	0.39254	1
	Satisfação dos colaboradores (<i>Stimmungsbarometer</i>)	0.31227	2
	Média de horas gastas em formação das equipas	0.17543	3
	Absenteísmo	0.11976	4

Analisando o último *cluster* referente às alternativas (neste caso a alternativa 4, representada na tabela 4.19), o “KPI - Número de reclamações dos clientes” é o que apresenta maior importância para o decisor com um valor normalizado de 0.54474, distanciando-se bastante dos valores normalizados dos

restantes KPIs. Seguidamente, o “KPI - Número de notas (incumprimento de especificações)” apresenta a maior importância com cerca de metade do valor normalizado do KPI mais importante do *cluster* com um valor de 0.25996. Posteriormente, o “KPI - Satisfação do cliente” é o mais importante com valor normalizado de 0.19016, e por último, o “KPI - Resultados das auditorias” foi apontado como sendo o KPI com menos importância do *cluster*, com um valor de 0.00513.

Tabela 4.19 - Priorização dos elementos por *cluster* (alternativa 4)

<i>Cluster</i>	KPI	Valor normalizado por Cluster	Priorização
Alternativa 4 (Categoria Clientes)	Número de reclamações dos clientes	0.54474	1
	Número de notas (incumprimento de especificações)	0.25996	2
	Satisfação do cliente	0.19016	3
	Resultados das auditorias	0.00513	4

O conjunto dos critérios representados na tabela 4.20, foram utilizados com o intuito de virem a influenciar a forma como o decisor realiza o seu processo de tomada de decisão, ao requerer que o mesmo tivesse em consideração diferentes aspetos na realização das comparações e na escolha das diferentes possíveis alternativas.

Tabela 4.20 - Priorização dos elementos por *cluster* (critérios)

<i>Cluster</i>	KPI	Valor normalizado por Cluster	Priorização
Critérios	Custo	0.14919	1
	Qualidade	0.06825	2
	Produtividade	0.06243	3
	Satisfação dos clientes	0.04384	4
	Aprendizagem e crescimento	0.04023	5
	Satisfação dos colaboradores	0.02837	6
	Segurança	0.02176	7

O critério “custo” é de facto o mais importante para o decisor, apresentando um valor normalizado de 0.14919, bastante superior aos restantes critérios. Seguido do mesmo, destaca-se o critério “qualidade” com um valor de 0.06825, e o critério “produtividade” com um valor de 0.06243, sendo que existe apenas uma ligeira discrepância relativamente à importância atribuída aos mesmos. De seguida, foi atribuída maior importância aos critérios “satisfação dos clientes” e “aprendizagem e crescimento”, com os valores respetivos de 0.04384 e 0.04023, verificando-se a mesma situação do par

de critérios anteriores. Por último, foi dada importância aos critérios “satisfação dos colaboradores” com um valor de 0.02837, e “segurança” com valor de 0.02176, sendo mínima a diferença de importância atribuída aos mesmos.

4.9. Validação dos resultados da aplicação do ANP com o decisor

Através da aplicação do modelo de decisão ANP, foi possível obter a ordenação dos KPIs das diferentes categorias (alternativas), por ordem de importância atribuída aos mesmos, tendo em consideração todas as influências existentes na estrutura de rede do modelo. Contudo, o modelo visa apenas auxiliar o decisor no seu processo de tomada de decisão, ao apresentar resultados baseados em factos, sendo neste caso os valores numéricos obtidos da realização das comparações. Posto isto, os valores obtidos permitem ao decisor ter em consideração os resultados ao realizar a sua decisão.

As conclusões obtidas da aplicação do modelo ANP foram apresentadas ao decisor, sendo indicado o facto de que os resultados do modelo são meramente uma sugestão para a resolução do problema em questão. Deste modo o decisor procedeu à validação e escolha de um conjunto de KPIs para medir o desempenho geral da empresa, sendo estes representados na tabela 4.21:

Tabela 4.21 - KPIs escolhidos pelo decisor para monitorizar o desempenho geral da empresa

Categoria	KPI	Priorização	Valor Normalizado
Financeira	Número de não conformidades	1	1
	Receitas vs. Custos	4	3
	% de trabalho realizado na empresa vs. subcontratado	-	-
	Horas gastas vs. planeadas totais (<i>overtime</i>)	8	2
Processos internos	Capacidade ocupada	10	4
	Cumprimento de prazos das tarefas alocadas (<i>milestones</i>)	-	-
	% de tempo de funcionamento das máquinas (<i>machine uptime</i>)	-	-
	Satisfação dos colaboradores (Stimmungsbarometer)	12	2
Clientes	Satisfação do cliente	6	3

Os KPIs representados na tabela 4.21 foram escolhidos pelo decisor, sendo demonstrada a ordem de priorização relativamente ao conjunto total dos 17 KPIs pré-seleccionados (priorização), isto é, tendo em consideração a existência de KPIs do conjunto total de *clusters*. Contudo, é também apresentada a ordem

de priorização dos KPIs relativamente aos outros KPIs pertencentes ao mesmo *cluster* (valor normalizado), excluindo assim a importância que os KPIs dos outros *clusters* possam vir a ter e apenas visualizar a importância por cada categoria.

Analisando os 9 KPIs escolhidos, é possível verificar que 6 pertenciam ao conjunto de 17 KPIs pré-selecionados pelos responsáveis de área, os quais foram posteriormente sujeitos à aplicação do modelo ANP. Desses 6 KPIs, é possível verificar que 5 deles podem ser encontrados na listagem dos 10 KPIs que apresentam maior importância no conjunto total dos 17 KPIs (tabela 4.15).

Contudo, existem 3 KPIs que não apresentam valor nas colunas devido ao facto de estes não estarem inseridos no conjunto de 17 KPIs pré-selecionados pelos responsáveis de área, e serem escolhidos para medirem o desempenho.

Durante a reunião na qual o decisor indicou quais os KPIs que iria escolher para medir o desempenho geral da empresa, foram discutidos os seguintes pontos:

1. Qual a razão que levou o mesmo a escolher KPIs que não se encontravam na lista dos pré - selecionados? (“KPI- % de trabalho realizado na empresa vs. subcontratado”, “KPI - Cumprimento de prazos das tarefas alocadas (*milestones*)” e “KPI - % de tempo de funcionamento das máquinas (*machine uptime*)”)
2. O que levou a escolher KPIs com ordem de priorização diferente?
(Isto é, porque não escolheu os 10 representados por ordem de importância ascendente, mas sim outros que se encontravam a meio/fim da tabela de priorização)
3. Porque não escolheu os KPIs do *cluster* que maior importância apresentava?

- **Resposta à questão 1**

Ao abordar a questão número 1, o decisor justificou ter escolhido KPIs que não se encontravam na lista dos 17 KPIs pré-selecionados (mas que se encontravam especificados na listagem total do anexo B) pelo facto dos mesmos conseguirem medir o desempenho de atividades cruciais da empresa.

Analisando o “KPI - % de trabalho realizado na empresa vs. subcontratado”, o mesmo terá sido escolhido pelo facto de este poder fornecer uma visão muito geral das atividades realizadas na empresa, e por permitir controlar custos. Idealmente, o KPI em questão deveria apresentar um valor muito superior da percentagem de trabalho realizado na empresa comparativamente ao trabalho subcontratado, uma vez que ao subcontratar são realizados gastos em empresas externas, sendo muitas das vezes superiores aos gastos internos.

Foi escolhido o “KPI - Cumprimento de prazos das tarefas alocadas (*milestones*)” pelo facto deste ser capaz de monitorizar se as diversas áreas da empresa cumpriram como um todo as tarefas propostas e programas no período de tempo que dispunham, ou se ocorreram falhas e as mesmas não conseguiram

ser realizadas. Assim, o KPI fornece uma visão geral da empresa, sendo que o sistema ERP onde são programadas e controladas as atividades permite ao utilizador visualizar se as tarefas foram ou não realizadas no prazo proposto, nos diferentes departamentos e subdepartamentos da empresa. O KPI foi indicado como sendo importante, pois o não cumprimento dos prazos das tarefas alocadas, não só provoca atrasos nos restantes processos que necessitam de ser realizados, mas como também se corre o risco de incumprimento da data de entrega final do produto ao cliente. Para além disso, ao não cumprir os prazos propostos, as restantes tarefas que estão dependentes das mesmas irão também atrasar o seu prazo, levando a que seja necessário realizar um reajuste de todas as tarefas, apresentando assim custos para a empresa.

O “KPI - % de tempo de funcionamento das máquinas (*machine uptime*)” foi escolhido uma vez que este fornece uma visão geral dos processos realizados na empresa. O KPI analisa a percentagem de tempo em que realmente as máquinas que a empresa dispõe, estão a realizar trabalho com valor acrescentado. Deste modo, ao usar o KPI, não só é possível controlar os processos realizados numa perspetiva de eficiência, mas também de uma perspetiva financeira, uma vez que os investimentos realizados na compra e manutenção das máquinas foram elevados, sendo necessário dar uso às mesmas para proceder à sua amortização.

Contudo, a escolha dos três KPIs anteriormente mencionados dispunham todos de um elemento em comum que levou o gestor de topo a escolher os mesmos, sendo este a facilidade de obtenção de informação e tratamento dos dados dos mesmos.

- **Resposta à questão 2 e 3**

Ao questionar o decisor sobre as perguntas 2 e 3, o decisor justificou ter escolhido os KPIs de acordo com o grau de informação geral que os mesmos transmitem para medir o desempenho da empresa, da importância que os mesmos apresentavam para que fosse possível melhorar as atividades/processos e atingir os objetivos estabelecidos e pela facilidade de obtenção e tratamento de dados que os mesmos apresentavam.

Os KPIs que apresentam maior valor de priorização não foram escolhidos visto que o decisor considera-os menos importantes relativamente a outros disponíveis, apresentam maior dificuldade de obtenção e tratamento de dados, não dispõem de uma base de dados implementada onde se pudesse vir a retirar informações sobre os valores dos KPIs ou mesmo pelo facto de estes serem medidos a um nível macro e não ser a empresa a responsável pela sua medição (como por exemplo o “KPI - Número de acidentes de trabalho”, sendo este medido e monitorizado pelo departamento de recursos humanos da Autoeuropa).

4.10. Implementação dos KPIs escolhidos

Após a realização da escolha dos KPIs a implementar na empresa e da discussão sobre os mesmos, o presente capítulo vem a listar o conjunto de informações necessárias para proceder à sua efetivação na empresa e demonstrar todo o processo de implementação dos mesmos. As informações necessárias para a implementação dos KPIs foram recolhidas junto com painel de inquiridos representados na tabela 4.3, através de reuniões presenciais e por via email.

A implementação dos KPIs é realizada através do uso de um *software* de gestão de informação comum a todas as áreas da empresa, quer estas sejam da Autoeuropa 1 ou Autoeuropa 2 (UNCC), chamado “KPI Monitor”. Este *software* tem como demonstrar a medição do desempenho das atividades/processos cruciais que foram especificados por cada responsável de cada uma das áreas, através do uso de KPIs. Deste modo, ao possuir um sistema de informação geral e transparente, através do qual todos os gestores de topo possuem acesso, é possível controlar o desempenho da Autoeuropa. Para permitir uma fácil visualização do estado dos KPIs, o sistema de informação apresenta um *dashboard*, no qual estão especificados os KPIs a um nível estratégico, com um conjunto de informações necessárias ao seu entendimento.



Figura 4.7 - Sistema de informação KPI Monitor

A gestão do sistema KPI Monitor é realizada pela área da engenharia industrial e *lean management*, através da qual todas as informações dos KPIs têm de ser analisadas e aprovadas. De forma a criar uniformidade e de tornar a partilha de informação acessível, para implementar os KPIs no sistema é necessário proceder ao preenchimento de um *template*, através do qual se encontram campos de informação por preencher:

- **Nome:** Nome do KPI (de forma clara e simples);
- **Responsável:** Colaborador responsável pelo desempenho da área/unidade a que pertence;
- **Colaborador que atualiza os dados:** Colaborador responsável por atualizar os dados referentes aos KPIs definidos com recurso ao sistema de informação;
- **Descrição:** Pequeno resumo onde é explicado o intuito do KPI;
- **Unidade de medida:** Unidade de medição do KPI;
- **Periodicidade:** Base temporal de medição e atualização dos valores dos KPIs;
- **Tendência:** Disposição da qual se pretende que o KPI siga (quanto menor melhor, quanto maior melhor);
- **Limites:** Ao definir os KPIs é utilizado um gráfico repartido em três secções diferentes (vermelho, laranja e verde), os quais representam onde se situa o valor atual do KPI relativamente ao objetivo proposto. Essas secções são separadas através de limites percentuais relativos ao objetivo, sendo necessário definir os mesmos.

Contudo, de modo a completar a sua definição foram ainda acrescentados dois campos, sendo que o último apenas se encontra visível para o colaborador que atualiza os dados:

- **Objetivo numérico:** Objetivo que a empresa pretende alcançar no processo/atividade que está a monitorizar.
- **Base de dados:** *Software* ou documento no qual estão inseridas as informações necessárias para a atualização do valor do KPI.

De seguida serão apresentadas as informações relativas aos KPIs escolhidos, sendo que o *template* utilizado se encontra disponível no anexo J.

4.10.1. KPIs da categoria financeira

O presente subcapítulo tem como intuito descrever e listar o conjunto de todas as informações necessárias à implementação dos KPIs da categoria financeira:

- **Número de não conformidades**

O KPI pretende monitorizar o número de não conformidades detetadas por mês na empresa. O KPI pode ser visto como pertencente à categoria processos internos, porém, após discussão com os responsáveis de áreas e com o gestor de topo, o mesmo foi alocado à área financeira pelo motivo de se considerar que o número de não conformidades apresenta um impacto financeiro maior do que em termos de afetar o bom funcionamento de processos internos.

Os dados necessários para atualizar o KPI estão disponíveis para acesso no *software* da empresa Q.Mind, onde são inseridos os números de não conformidades detetadas. Segue-se um resumo das informações necessárias à implementação do KPI:

- Responsável: Gestor de topo;
- Colaborador que atualiza os dados: Responsável pelos KPIs;
- Base de dados: *software* Q.Mind;
- Unidade: não conformidades detetadas;
- Periodicidade: mensal;
- Tendência: quanto menor, melhor;
- Objetivo numérico: 17 não conformidades detetadas/ mês.

Receitas vs. Custos

O “KPI - Receitas vs. Custos” pretendem vir a monitorizar a situação financeira da empresa, ao comparar as receitas realizadas com os custos, sendo que o KPI reflete a diferença entre os mesmos. Deste modo, através da sua monitorização é permitido ao gestor de topo perceber se a empresa se encontra com um saldo positivo ou negativo, sendo posteriormente realizada a análise financeira por áreas. Os dados necessários para atualizar o KPI são disponibilizados pela especialista de gestão de orçamento e de logística através da realização de um relatório mensal. Na figura 4.8, encontra-se representada a visualização gráfica dos valores do relatório mensal, onde se encontram representados os custos e receitas pelas barras azuis e cinzentas, sendo as linhas as suas respetivas tendências (*forecast*).

- Responsável: Gestor de topo;
- Colaborador que atualiza os dados: Responsável pelos KPIs;
- Base de dados: relatório mensal da especialista de gestão de orçamento e de logística;
- Unidade: Milhões de euros;
- Periodicidade: mensal;
- Tendência: quanto maior, melhor;
- Objetivo numérico: maior ou igual a 0 milhões de euros.

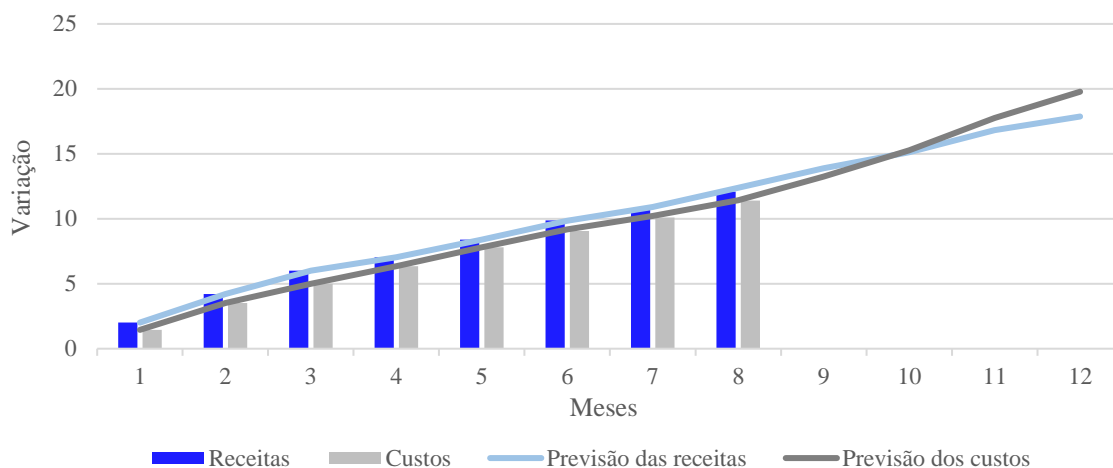


Figura 4.8 - Gráfico utilizado para atualizar a informação do KPI - Receitas vs. Custos

- **% de trabalho realizado na empresa vs. subcontratado**

O “KPI - % de trabalho realizado na empresa vs. subcontratado” pretende analisar a percentagem de custos em trabalhos realizados pela empresa em comparação com os custos em trabalhos subcontratados, sendo que o KPI apresenta a percentagem de trabalho realizado na empresa. Este KPI pode ser conjugado com o “KPI - capacidade ocupada”, uma vez se existir capacidade por preencher, deverá ser maximizado o trabalho realizado na empresa. Os dados para atualização deste KPI são disponibilizados mensalmente pela especialista de gestão de orçamento e de logística através de um ficheiro Excel, onde são analisados os custos de trabalhos internos, custos de trabalhos subcontratados e ainda o valor planeado a atingir por área, como representado na figura 4.9 pelo gráfico de barras.

- Responsável: Gestor de topo;
- Colaborador que atualiza os dados: Responsável pelos KPIs;
- Base de dados: ficheiro Excel realizado mensalmente pela especialista de gestão de orçamento e de logística;
- Unidade: percentagem;
- Periodicidade: mensal;
- Tendência: quanto maior, melhor;
- Objetivo numérico: 60% de trabalho realizado internamente.

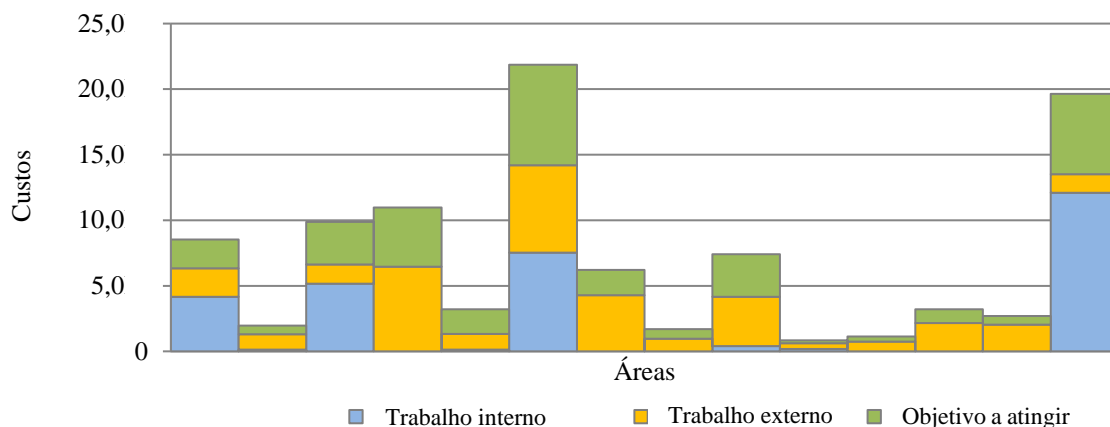


Figura 4.9 - Gráfico utilizado para atualizar a informação do KPI - % de trabalho realizado na empresa vs. subcontratado

4.10.2. KPIs da categoria processos internos

O presente subcapítulo tem como intuito descrever e listar o conjunto de todas as informações necessárias à implementação dos KPIs da categoria processos internos:

- **Horas gastas vs. planeadas totais (*overtime*)**

O “KPI - Horas gastas vs. planeadas totais” pretende comparar o número de horas utilizadas para realização de tarefas com o número de horas planeadas para a sua execução, exibindo assim o número de horas em excesso (*overtime*). As informações necessárias para atualizar este KPI são disponibilizadas através de um ficheiro Excel, através do qual estão especificadas o número de horas extra utilizadas por departamento/subdepartamento. O ficheiro em questão é elaborado também pela especialista de gestão de orçamento e de logística numa base mensal, sendo partilhado o ficheiro por todos os coordenadores de área. Na figura 4.10 encontra-se onde gráfico de barras, as quais simbolizam o número total de horas excedidas na empresa.

- Responsável: Gestor de topo;
- Colaborador que atualiza os dados: Responsável pelos KPIs;
- Base de dados: ficheiro Excel realizado mensalmente pela especialista de gestão de orçamento e de logística;
- Unidade: Horas;
- Periodicidade: Mensal;
- Tendência: Quanto menor, melhor;
- Objetivo numérico: 700h.

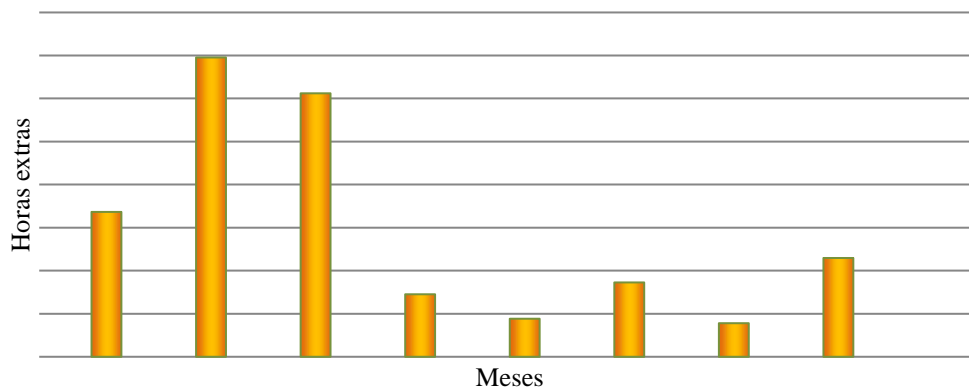


Figura 4.10 - Gráfico utilizado para atualizar a informação do KPI - Horas gastas vs. planeadas totais (*overtime*)

- **Capacidade ocupada**

O “KPI - capacidade ocupada” pretende monitorizar o número de horas reservadas para realização de trabalhos consoante o número de horas totais disponíveis para realização dos mesmo. Deste modo, ao realizar a comparação é calculada a percentagem de ocupação da empresa, podendo assim gerir de forma mais eficaz o planeamento de trabalhos no sistema ERP. O sistema utilizado pela empresa chamado PMX, dispõe da visualização gráfica do estado da capacidade ocupada da empresa num intervalo de tempo, sendo possível converter esses dados para um ficheiro Excel de modo a realizar uma análise mais detalhada.

Com o objetivo de se pretender analisar a capacidade ocupada a curto e médio prazo, o KPI foi segmentado em dois KPIs semelhantes, sendo os mesmos o “KPI - capacidade ocupada (6 meses)” e o “KPI - capacidade ocupada (12 meses)”. A única diferença entre os mesmos é o horizonte temporal, permitindo aos coordenadores e ao gestor de topo possuir uma visão mais detalhada da capacidade ocupada da empresa. A figura 4.11 representa a alocação das horas utilizadas pelos diferentes projetos (cada cor representa um projeto diferente), num certo horizonte temporal, sendo representadas por linhas a capacidade total que a empresa pode utilizar.

- Responsável: Gestor de topo;
- Colaborador que atualiza os dados: Responsável pelos KPIs;
- Base de dados: *software* PMX;
- Unidade: Horas;
- Periodicidade: Mensal;
- Tendência: Quanto maior, melhor;
- Objetivo numérico: 100%.

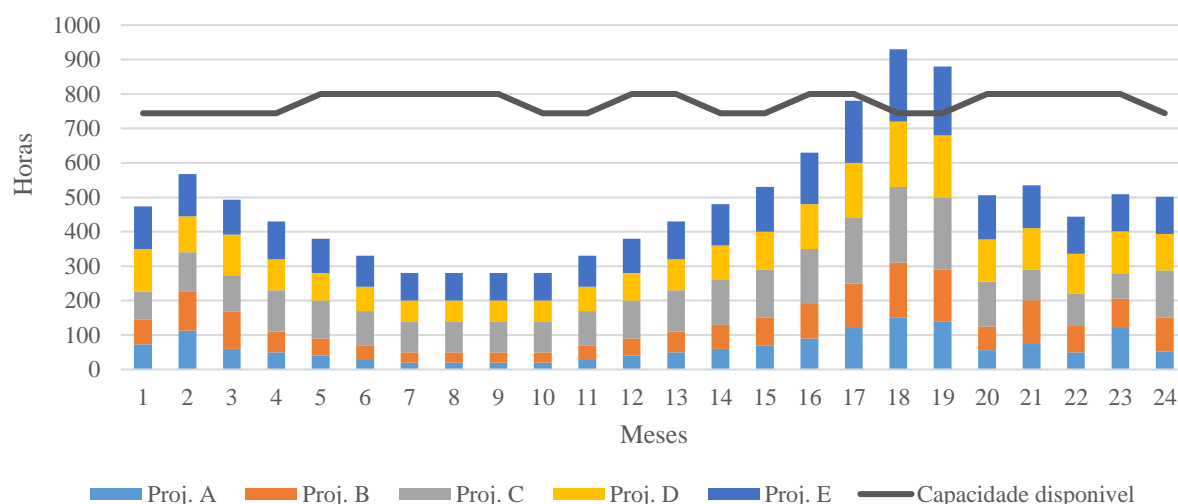


Figura 4.11 - Gráfico utilizado para atualizar a informação do KPI - Capacidade ocupada

- **Cumprimento de prazos das tarefas alocadas (*milestones*)**

O “KPI - cumprimento de prazos das tarefas alocadas” tem o objetivo de monitorizar se os diferentes departamentos cumprem o prazo das tarefas alocadas, ou se este é ultrapassado, causando atrasos noutras tarefas e consequentemente, atrasos na entrega do produto final ao cliente. Visto este controlo de prazos estar diretamente relacionado com o planeamento das tarefas, é utilizado o *software* PMX para controlo dos mesmos. Contudo, visto o *software* apresentar algumas limitações, os dados referentes a prazos não guardados numa base de dados, existindo assim dificuldade em monitorizar as datas de início e fim das tarefas.

O sistema ERP (PMX) fornece uma visualização gráfica das tarefas, onde com recurso a um esquema de cores são identificados os estados de cada tarefa como por exemplo: se a mesma apresentar a cor verde, a tarefa encontra-se dentro do prazo previsto; se estiver laranja, a tarefa deveria ter começado a ser realizada, porém ainda não se encontra fora do prazo proposto; se estiver vermelho, a tarefa está em incumprimento do prazo proposto. Assim, é utilizado um ficheiro Excel em separado, onde são registadas as tarefas a laranja e a vermelho na reunião diária, onde é realizado o ponto de situação da unidade industrial com todos os coordenadores de área, como demonstrado na figura 4.12.

Consequentemente, o KPI foi dividido em outros dois, sendo estes os “KPI - cumprimento de prazos das tarefas alocadas (pontos vermelhos)” e “KPI - cumprimento de prazos das tarefas alocadas (pontos laranjas)”. Ao proceder à divisão do KPI, foi possível obter um maior controlo e gestão sobre o cumprimento dos prazos.

- Responsável: Gestor de topo;
- Colaborador que atualiza os dados: Responsável pelos KPIs;
- Base de dados: *software* PMX;

- Unidade: número;
- Periodicidade: Mensal;
- Tendência: Quanto menor, melhor;
- Objetivo numérico: 10 pontos.

	Dia	AE1		Bancada		DD		Feseability		Logistica		Metodo		UNCN		Project leader	
		Red	Oran	Red	Oran	Red	Oran	Red	Oran	Red	Oran	Red	Oran	Red	Oran	Red	Oran
W36	1																
	2																
	3																
	4																
	5																

Figura 4.12 - Documento utilizado para atualizar a informação do KPI - Cumprimento de prazos das tarefas alocadas (*milstones*)

Embora o processo de atualização deste KPI seja atualmente realizado de forma manual, através da contagem e registo de pontos devido a limitações do sistema ERP, a empresa encontra-se de momento a implementar um outro sistema, o qual terá a funcionalidade de registar as datas de início e fim de atividades, permitindo assim automatizar a obtenção dos dados para atualização do KPI.

- **% de tempo de funcionamento das máquinas (*machine uptime*)**

O “KPI - % de tempo de funcionamento das máquinas” tem como objetivo comparar o número de horas que as máquinas estiveram a ser utilizadas com o número de horas totais disponíveis. Este KPI vem a demonstrar através da comparação realizada, a percentagem de tempo que as máquinas estão realmente a ser utilizadas. As informações relativas à contagem de tempo em que a máquina está a trabalhar, são obtidas através dum dispositivo tecnológico, o qual grava as informações e transmite as mesmas ao novo sistema ERP (*ProLeiS*), que se encontra de momento a ser implementado.

Os tempos transmitidos podem ser divididos nas seguintes categorias: horas disponíveis, horas de produção, horas de preparação para produção, paragens, ocorrências e problemas elétricos, sendo estas representadas graficamente na figura 4.13, através de um esquema de cores. Deste modo as informações do sistema são convertidas para um ficheiro Excel, de onde se pode calcular a percentagem de funcionamento das máquinas.

- Responsável: Gestor de topo;
- Colaborador que atualiza os dados: Responsável pelos KPIs;
- Base de dados: *Software ProLeiS*;
- Unidade: Percentagem;
- Periodicidade: Semanal;
- Tendência: Quanto maior, melhor;

- Objetivo numérico: 60 %.

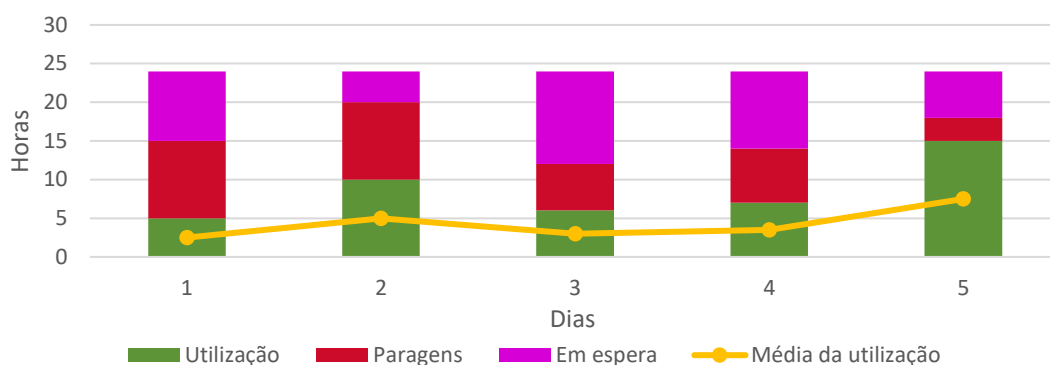


Figura 4.13 - Gráfico utilizado para atualizar a informação do KPI - % de tempo de funcionamento das máquinas (*machine uptime*)

4.10.3. KPIs da categoria colaboradores

O “KPI - satisfação dos colaboradores (*Stimmungsbarometer*)” apesar de ser monitorizado pelo gestor de topo da UNCC, o mesmo é controlado pelo departamento de recursos humanos pertencente à Autoeuropa 1, sendo a sua responsabilidade a obtenção dos dados através de inquéritos de satisfação anuais. O KPI pelo facto de já se encontrar implementado, foi descrito no capítulo 4.2.

4.10.4. KPIs da categoria clientes

- **Satisfação do cliente**

O “KPI - satisfação do cliente” tem como objetivo monitorizar a satisfação média obtida do cliente nos últimos cinco projetos realizados. A satisfação é medida através da realização de inquéritos de satisfação, sendo estes entregues no final de cada projeto por parte dos gestores de projeto. Contudo, as informações necessárias para atualizar o estado do KPI não são obtidas de forma metódica nem disponibilizadas numa base de dados. Assim, para o bom funcionamento da empresa e boa monitorização deste KPI, a metodologia de trabalho e partilha de informação terá de ser alterada.

- Responsável: Gestor de topo;
- Colaborador que atualiza os dados: Responsável pelos KPIs;
- Base de dados: Inquéritos de satisfação dos clientes;
- Unidade: Pontos;
- Periodicidade: Anual;
- Tendência: Quanto menor, melhor (escala de 1 a 4, sendo 1 a melhor nota);

- Objetivo numérico: 2 pontos.

4.11. Comunicação dos dados

Como referido anteriormente, a área da engenharia industrial e *lean management* é responsável pelo KPI Monitor e pelo seu bom funcionamento, de modo a que os gestores de topo possam retirar o máximo de informação credível do mesmo. Uma das medidas implementadas para a comunicação de dados e posterior atualização no KPI monitor, foi a criação de um ficheiro Excel (*template*), o qual ao apresentar uma estrutura uniforme para todos os seus utilizadores, permite assim aos responsáveis do sistema comunicar de forma automática o ficheiro Excel ao sistema, evitando assim transposição de dados.

O ficheiro Excel elaborado tem apenas como foco os KPIs que apresentem uma periodicidade mensal, sendo o mesmo enviado para os colaboradores da área da engenharia industrial e *lean management* no início de cada mês. O ficheiro é constituído por três categorias de informação dos KPIs, sendo estas o valor atual (*Actuals*), o valor do início do ano até ao momento (*Year to date*) e ainda o valor do início do ano até ao final do ano (*Year to end*). Associadas a cada uma destas categorias, encontram-se os campos necessários de preencher com o valor atual e o objetivo numérico a atingir. A divisão por categorias com a conjunção dos campos mencionados, permitem assim não só controlar o KPI à data atual, mas como também obter informação e uma visão a médio prazo dos KPIs.

Como referido anteriormente, o ficheiro Excel apenas contempla KPIs que apresentem uma periodicidade mensal. Contudo, existem KPIs que possuem uma periodicidade semanal (“% de tempo de funcionamento das máquinas”) e anual (“satisfação do cliente”), não sendo permitida a sua comunicação de dados através do ficheiro Excel. Nestes casos, onde a periodicidade do KPI não é mensal, os dados são comunicados de forma manual diretamente no sistema de informação, existindo as mesmas categorias e campos de informação presentes no ficheiro Excel.

Atualmente, a procura de informação por parte dos responsáveis que elaboram documentos ou através da pesquisa nos *softwares* da empresa, é realizada manualmente pelo colaborador responsável pela atualização dos KPIs. Apesar de haver informação que já era previamente elaborada através de documentos e através dos *softwares*, os mesmos não eram comunicados através do uso de KPIs, existindo de momento um processo de adaptação. Neste processo estão envolvidos não só o colaborador que atualiza os KPIs, mas como também por todos os colaboradores que fornecem informações aos documentos e *softwares*, e o gestor de topo que apresenta agora a necessidade de realizar uma análise mensal aos KPIs disponíveis no *dashboard*.

4.12. Resultado final

Através da realização da escolha dos KPIs, recolha de informação sobre os mesmos, o uso do ficheiro Excel de exportação de dados para o KPI monitor e o uso direto do sistema, foi realizada a implementação dos KPIs no mês de setembro com os seus valores relativamente ao mês de agosto.

O *dashboard* do KPI monitor apresenta um conjunto de dados relativos aos KPIs a monitorizar (como representado na figura 4.14), onde é possível verificar o estado atual de todos. Contudo, é também possível verificar os KPIs a um nível mais detalhado (como representado na figura 4.15), onde é exibida apenas informação relativa ao KPI escolhido para analisar.

Analisando a figura 4.14, é possível verificar um conjunto de informações disponíveis no *dashboard* do KPI monitor a um nível geral:

- **Categoria do KPI (*Branch*):** categoria a que o KPI pertence (financeira, processos internos, colaboradores ou clientes);
- **Área/ departamento:** área ou departamento responsável pelo KPI;
- **Nome do KPI;**
- **Condição (*status*):** a situação do KPI é representada através um esquema de três cores (vermelho, laranja e verde), os quais refletem as fases onde o KPI se encontra, relativamente ao objetivo estabelecido. A sua condição é também acompanhada por um valor numérico, o qual demonstra o valor atual do KPI;
- **Objetivo numérico (*target*):** objetivo numérico previamente estabelecido, o qual se pretende atingir;
- **Unidade do KPI;**

No *dashboard*, para além da tabela onde é possível encontrar um conjunto elevado de informação, é também apresentada uma representação gráfica relativamente aos KPIs mensuráveis (*measurable*), na qual estão ilustrados três gráficos em anel. Os gráficos permitem ao utilizador avaliar a percentagem de KPIs que se encontram nos estados a vermelho, a laranja e a verde, consoante os limites estabelecidos para cada um dos KPIs. É também possível visualizar na parte inferior dos gráficos um sinal (setas ou igual) acompanhada por um número, simbolizando estes o número de KPIs que aumentou, diminuiu ou permaneceu, nas respetivas fases.



Figura 4.14 - Dashboard do sistema de informação KPI Monitor

Para obter informações mais detalhadas sobre um KPI em específico, o utilizador pode seleccionar o KPI que pretende analisar, surgindo outra interface do sistema com um conjunto de informações mais detalhadas. A figura 4.15 pretende ilustrar o conjunto de informações do “KPI - Receitas vs. Custos”, sendo apresentado o desempenho que o KPI alcançou nos últimos meses. Nesta interface de utilização, é apresentado um gráfico de barras que demonstra o desvio que o KPI teve nos últimos meses face ao objetivo estabelecido, sendo o mesmo caracterizado através da representação numérica e por um esquema de semáforo, onde se verificam as fases vermelha, laranja e verde.

São também apresentados no canto superior direito os limites estabelecidos para a variação do KPI, relativamente ao seu objetivo, sendo neste caso verificada a fase vermelha caso o valor atual do KPI esteja entre 0% e 49% do valor do objetivo, na fase laranja entre 50% e 99% e por fim a fase verde se estiver igual ou acima de 100%. Juntamente com os limites, estão representados dois gráficos em anel relativamente aos valores *year to date* e *year to end*, de modo a informar o utilizador dos resultados atingidos até ao momento e que poderão vir a ser atingidos.

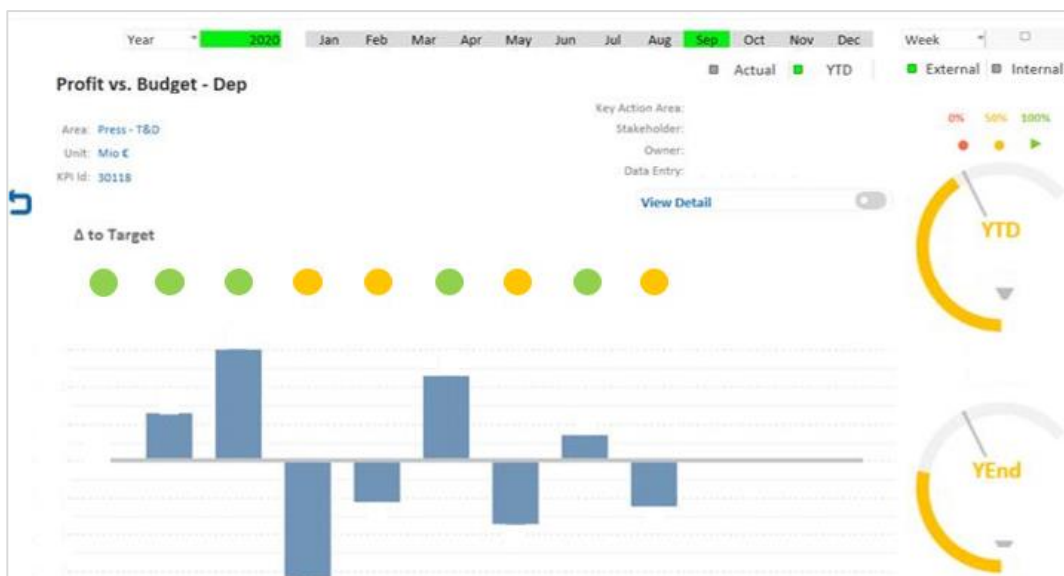


Figura 4.15 - Informações detalhadas sobre os KPIs presentes no *dashboard*

Através da utilização deste sistema de informação, o utilizador consegue controlar todos os KPIs escolhidos nas diferentes categorias, podendo também consultar o histórico de resultados para uma análise mais completa. O sistema, para além de exibir as informações acima mencionadas, o mesmo é capaz de exportar os resultados mensais via relatório, o que vem a facilitar não só os responsáveis por toda a Autoeuropa, mas também permitir ao gestor de topo da UNCC comunicar com os responsáveis de áreas a fim de discutir os resultados e apurar ações de melhoria.

5. Conclusões

O presente capítulo vem demonstrar as conclusões obtidas com a realização da dissertação, sendo identificadas conclusões relacionadas com a pesquisa bibliográfica realizada, sobre a aplicação de metodologias que permitiram a listagem e escolha de KPIs e ainda a sua aplicação. Serão também identificadas as limitações que foram detetadas ao longo do projeto realizado, bem como os benefícios que o mesmo trouxe não só para a organização onde o caso de estudo foi realizado, mas também para a literatura científica. Por último, são identificadas algumas oportunidades de melhoria que podem ser utilizadas em trabalhos futuros.

5.1. Conclusões gerais

Uma das metodologias aplicadas nas empresas que tem por objetivo aumentar o controlo e produtividade dos seus processos/atividades é a medição e controlo do desempenho de processos através do uso de KPIs e sistemas de medição de desempenho. O uso dos KPIs vem a permitir às empresas a monitorização do desempenho das atividades e processos escolhidos, para que se possa vir impor ações de melhoria e investir recursos humanos, materiais e financeiros, nas atividades/processos que necessitem. Contudo, para estes serem aplicados e utilizados de forma correta, um número reduzido dos mesmos deve ser selecionado com o intuito de focar nos processos e atividades que necessitem ser monitorizadas.

Deste modo, esta dissertação teve como objetivo o a pesquisa e desenvolvimento de um modelo de decisão ANP no processo de seleção de KPIs, aplicado ao setor da manufatura de moldes no setor automóvel, bem como a identificação de metodologias que permitissem a sua implementação. Foram também investigadas as metodologias de avaliação de desempenho e KPIs aplicáveis à área em questão. Através da identificação de metodologias de avaliação de desempenho, identificação de KPIs aplicáveis à área e aplicação do modelo ANP, é possível obter um número reduzido de KPIs para monitorizar o desempenho.

Para atingir o objetivo da dissertação, inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica através da qual foram identificados diversos sistemas de avaliação de desempenho tais como o *Balanced Scorecard* e o *Strategy Maps*, que posteriormente viriam a ser utilizados indiretamente na aplicação do ANP. Através desta pesquisa foram também revistos e identificados KPIs aplicáveis à área do estudo, tendo sido identificados 58 KPIs de diversas áreas tais como: planeamento, gestão de projetos, financeira, logística, ambiental, qualidade, produção e segurança. Contudo, ao realizar a revisão bibliográfica para identificar KPIs na indústrias de manufatura de moldes no setor automóvel, a mesma demonstrou haver um reduzido número de estudos realizados onde fossem identificados KPIs.

Com a realização da pesquisa bibliográfica, foi também possível identificar estudos previamente realizados onde foi aplicado o modelo de decisão ANP no processo de seleção de KPIs, tendo deste modo identificado os aspetos cruciais que permitiram o desenvolvimento do modelo, tais como os critérios utilizados, estrutura do modelo e ainda resultados esperados. Porém, nesta área de estudo também se verificou a reduzida existência de estudos sobre a aplicação do ANP no processo de seleção de KPIs na área da manufatura.

Tendo realizado a pesquisa, foram identificadas metodologias que permitiram o desenvolvimento do modelo tais como: a organização dos KPIs identificados nas quatro categorias do BSC (financeira, processos internos, aprendizagem e crescimento e clientes), permitindo assim analisar o desempenho nas diferentes perspetivas das empresas; a realização de uma pré-seleção de KPIs que vem a diminuir o número de KPIs a integrar o modelo e a simplificar o mesmo; e a identificação de relações entre os elementos presentes na estrutura do modelo. Através da aplicação deste conjunto de metodologias, foi possível desenvolver o modelo ANP aplicado à seleção de KPIs, tendo simplificando o mesmo. O modelo ANP foi desenvolvido através do *software SuperDecisions*, o qual permite estruturar e aplicar o modelo. Visto ser um modelo aplicado à seleção de KPIs, o mesmo encontra-se dividido em três grupos de *clusters*, sendo estes o objetivo, critérios e alternativas (KPIs).

Para validar a metodologia proposta para atingir os objetivos estabelecidos, foi realizado um caso de estudo na empresa Volkswagen Autoeuropa, na Unidade de Cunhos e Cortantes.

Neste caso de estudo, a recolha de informação sobre possíveis KPIs a aplicar na empresa deu-se através da realização de entrevistas e questionários perante um painel de inquiridos considerados especialistas na área, tendo identificado 29 KPIs possíveis de aplicar à empresa, sendo que a maioria dos mesmos já se encontravam identificados na literatura científica. Uma vez que se pretende realizar a seleção de KPIs através da aplicação de um modelo ANP, e visto que o número de KPIs identificados apresentava um número elevado, foi realizado um processo de pré-seleção perante os especialistas da empresa, tendo reduzido de 66 para 17 o número de KPIs. Visto que a aplicação do ANP implica a realização de um grande número de comparações, foi procedida uma análise de relações entre os mesmos, de modo a facilitar o processo de tomada de decisão ao torná-lo mais simples. Desta forma, ao identificar as relações foi possível reduzir de 1275 para 299 o número de comparações a realizar pelo decisor, tendo este método demonstrado ser bastante eficaz. Identificados os KPIs possíveis de implementar, os critérios a ter em consideração e as relações entre os diversos elementos, o modelo ANP foi desenvolvido utilizando o *software SuperDecisions*. O ANP foi então aplicado juntamente com o decisor (*stakeholder*), tendo-se obtido a priorização dos 17 KPIs por ordem de importância. Contudo, visto que o modelo ANP visa apenas auxiliar o processo de tomada de decisão, os resultados foram validados com o decisor, tendo-se procedido à seleção de um conjunto de 9 KPIs. Apesar dos resultados da aplicação do ANP sugerirem uma ordem de importância dos KPIs, o decisor procedeu à escolha dos que considerou terem maior facilidade de obtenção/análise de informação, sendo que 3 dos escolhidos

não se encontravam identificados no modelo ANP. Por último, os KPIs foram implementados no sistema de informação da empresa, o qual possui um *dashboard* que permite a monitorização dos mesmos.

Através da realização do caso de estudo, foi possível demonstrar a aplicabilidade do modelo ANP no processo de seleção de KPIs, tendo sido identificado e implementado um número reduzido dos mesmos. Com este estudo foi possível também identificar um conjunto de KPIs aplicáveis à área em questão, tendo sido demonstrado com a realização do caso de estudo que a maioria dos KPIs implementados demonstraram ter sido identificados na revisão bibliográfica.

5.2. Limitações e dificuldades

Uma das limitações para este estudo, foi a reduzida informação existente na literatura científica sobre KPIs utilizados na indústria em questão, mais especificamente, na manufatura de moldes de prensagem. Deste modo, os KPIs listados encontravam-se aplicados em outras indústrias de manufatura que partilhavam aspetos em comum, e na ISO 22400-2:2014 que descreve um conjunto de KPIs para operações de manufatura discretas.

Outra limitação no processo de listagem dos KPIs, foi o facto das entrevistas se realizarem por videochamada em vez de serem realizadas presencialmente, o poderá ter causado alguma distância entre o entrevistador e o inquirido, levando a que houvesse menos afinidade partilha de informação e menos facilidade em expressar as suas opiniões. Uma limitação relacionada com o processo de listagem através das entrevistas, é o conceito que os inquiridos possuem perante o uso de KPIs, podendo estes estar reticentes em listar KPIs que os venham a prejudicar, apresentando uma ideia sobre os mesmos como uma forma de procurar os responsáveis do mau desempenho das atividades/processos, e não como sendo uma ferramenta de melhoria contínua. Contudo, de forma a mitigar esse efeito, durante a apresentação da estrutura das entrevistas, os inquiridos foram consciencializados que o uso de KPIs não tem como objetivo procurar quem foi o responsável pelo mau desempenho das atividades/processos, mas sim como sendo um meio através do qual será possível melhorar o desempenho e possibilitar o crescimento da empresa.

A aplicação do ANP tem as suas desvantagens, como por exemplo a necessidade de realizar um elevado número de comparações, levando à existência de algumas matrizes inconsistentes. O processo de realização de comparações par-a-par demonstrou ser um processo complicado, o qual exigiu ao decisor elevada concentração durante um longo período de tempo, possibilitando assim a existência de inconsistências nas suas comparações. Contudo, de forma a reduzir as mesmas, o processo de realização das comparações foi dividido em reuniões diferentes para que não existisse uma sobrecarga no decisor.

A realização do modelo, apesar de terem sido consideradas as opiniões de especialistas em processos realizados na empresa, o mesmo não foi revisto nem aprovado por um especialista das áreas da indústria de manufatura, sendo assim considerado uma limitação para o estudo em questão.

Relativamente à implementação dos KPIs, os mesmos foram implementados no sistema de informação já existente. O facto de o sistema ser uniforme para todas as áreas da Autoeuropa, impossibilita que sejam realizadas alterações do modo em que a informação é visualizada. Outra limitação do sistema, é que o mesmo apenas permite ter implementados KPIs a um nível estratégico, não permitindo visualizar KPIs a um nível tático, o que seria uma grande vantagem para identificar possíveis ações de melhoria diretamente nos departamentos monitorizados.

5.3. Contributos

Através da realização deste projeto foi possível implementar um conjunto de KPIs escolhidos pelo decisor de topo com a ajuda da aplicação do modelo de decisão ANP, cumprindo deste modo um dos objetivos propostos pela empresa, sendo este a criação e uso de KPIs em todas as áreas de modo a criar uma empresa transparente face aos seus resultados. Ao implementar os KPIs, foi facultada uma ferramenta de melhoria contínua, possibilitando à empresa realizar ações de melhoria nas suas atividades e processos de forma a não só atingir os seus objetivos e alcançar o bom funcionamento da unidade industrial, mas como também ganhar vantagem competitiva perante os seus concorrentes no mercado.

Com a aplicação da metodologia proposta para selecionar KPIs, é possível às empresas da indústria de manufatura de moldes selecionarem um conjunto reduzido de KPIs de diferentes perspetivas, para que possam vir a monitorizar o desempenho das suas atividades/processos mais cruciais, tendo em consideração diversos fatores que influenciem a escolha.

Relativamente à parte teórica do projeto, o mesmo permitiu acrescentar na base científica um estudo sobre a aplicação de metodologias para listagem de KPIs e posterior aplicação de um modelo de decisão (ANP) para escolha dos mesmos, na área da indústria de manufatura de moldes de prensas.

5.4. Trabalhos futuros

Com a realização desta dissertação e com a aplicação de todas as metodologias anteriormente mencionadas, surgiram alguns aspetos que apresentam interesse em ser abordados em trabalhos futuros:

- **Pesquisa na literatura científica;**

Uma vez que ao realizar a pesquisa na literatura científica não foram encontrados um número substantivo de estudos realizados sobre listagem e/ou escolha de KPIs aplicados especificamente na área

da indústria de manufatura de moldes, seria de todo o interesse que a mesma pesquisa fosse realizada de novo em trabalhos futuros, podendo existir a possibilidade de se terem realizado estudos sobre o tema até à data.

- **Metodologias de pré-seleção;**

A metodologia escolhida no presente estudo na realização de pré-seleção de KPIs (uma vez que se iria aplicar o ANP) não permite que o processo seja realizado de modo consenso, existindo disparidades de opinião nos KPIs escolhidos. Deste modo a aplicação de métodos como o *Delphi method*, parece vir a colmatar este problema, ao permitir a existência de diversas reuniões entre um painel de inquiridos constituído por especialistas, com o intuito de chegarem a uma conclusão comum.

- **Listagem de KPIs;**

O processo de listagem dos KPIs consistiu na realização da pesquisa na literatura científica e através de entrevistas com os coordenadores das áreas da empresa. Todavia, para trabalhos futuros, teria todo o interesse contactar diretamente outras empresas da área de manufatura de moldes, para proceder à listagem dos KPIs. Da mesma forma, a realização de entrevistas com um painel de inquiridos mais abrangentes, isto é, com outros colaboradores considerados especialistas na área e com especialistas das diferentes áreas (logística, produção, planeamento, qualidade), poderia vir a ajudar a listar outros possíveis KPIs que não tenham sido mencionados anteriormente.

- **Método aplicado para escolha dos KPIs;**

Para o processo de escolha dos KPIs foi aplicado o modelo de decisão ANP, uma vez que este inclui na sua perspetiva as influências que os diferentes elementos e *clusters* apresentavam uns sobre os outros. Contudo, este método apresenta algumas desvantagens tais como o elevado número de comparações a realizar e consequentemente o elevado número de inconsistências determinadas. Todavia, existem diversas alternativas para a escolha dos KPIs, sendo estas: a escolha direta de KPIs através da observação da lista, aplicação do *Delphi method* ou aplicação de outro modelo de decisão como por exemplo o AHP ou o ELECTRE.

- **Sistema de informação dos KPIs;**

O facto de existir um sistema de informação destinado ao uso dos KPIs uniforme para toda as áreas da empresa, impossibilita que sejam realizadas alterações na forma de visualização, análise e funcionamento. Deste modo, a adoção de outros sistemas de *Business Intelligence* tais como o *Microsoft Power BI*, que permite realizar o tratamento de dados através de um maior conjunto de ferramentas disponíveis, sendo utilizado diretamente junto com outros *softwares* como o *Microsoft Excel*.

6. Referências bibliográficas

- [1] O. Sabbagha, M. N. A. Rahman, W. R. Ismail, e W. M. H. W. Hussain, «Impact of Quality Management Systems and After-sales Key Performance Indicators on Automotive Industry: A Literature Review», em *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Kuching, Malaysia, Ago. 2015, vol. 224, pp. 68–75, doi: 10.1016/j.sbspro.2016.05.401.
- [2] J. Ondruš, E. Kolla, P. Vertaľ, e Ž. Šarić, «How Do Autonomous Cars Work?», em *Transportation Research Procedia*, Ceske Budejovice, Czech Republic, Nov. 2019, vol. 44, pp. 226–233, doi: 10.1016/j.trpro.2020.02.049.
- [3] C. Zapata e P. Nieuwenhuis, «Exploring innovation in the automotive industry: new technologies for cleaner cars», *J. Clean. Prod.*, vol. 18, n. 1, pp. 14–20, Jan. 2010, doi: 10.1016/j.jclepro.2009.09.009.
- [4] S. Kaganski, J. Majak, e K. Karjust, «Fuzzy AHP as a tool for prioritization of key performance indicators», em *Procedia CIRP*, Stockholm, Sweden, Mai. 2018, vol. 72, pp. 1227–1232, doi: 10.1016/j.procir.2018.03.097.
- [5] B. Ramis Ferrer, U. Muhammad, W. Mohammed, e J. Martínez Lastra, «Implementing and Visualizing ISO 22400 Key Performance Indicators for Monitoring Discrete Manufacturing Systems», *Machines*, vol. 6, n. 3, p. 39, Set. 2018, doi: 10.3390/machines6030039.
- [6] D. Chandra e D. Kumar, «Two-way assessment of key performance indicators to vaccine supply chain system in India», *Int. J. Product. Perform. Manag.*, vol. 68, n. 1, pp. 194–230, Jan. 2019, doi: 10.1108/IJPPM-02-2018-0078.
- [7] V. G. Lo-Iacono-Ferreira, S. F. Capuz-Rizo, e J. I. Torregrosa-López, «Key Performance Indicators to optimize the environmental performance of Higher Education Institutions with environmental management system – A case study of Universitat Politècnica de València», *Journal of Cleaner Production*, pp. 846–865, Mar. 2018.
- [8] L. Appleton, «An Overview of Key Performance Indicators», em *Libraries and Key Performance Indicators*, Chandos Publishing., Elsevier, 2017, pp. 61–72.
- [9] E. Gonzalez *et al.*, «Key Performance Indicators for Wind Farm Operation and Maintenance», em *Energy Procedia*, Trondheim, Norway, Jan. 2017, vol. 137, pp. 559–570, doi: 10.1016/j.egypro.2017.10.385.
- [10] J. M. Pérez-Álvarez, A. Maté, M. T. Gómez-López, e J. Trujillo, «Tactical Business-Process-Decision Support based on KPIs Monitoring and Validation», *Comput. Ind.*, vol. 102, pp. 23–39, Nov. 2018, doi: 10.1016/j.compind.2018.08.001.
- [11] J. Singh e H. Singh, *Strategic Implementation of Continuous Improvement Approach*, 1.^a ed. Cham: Springer International Publishing, 2019.
- [12] R. Andersson, H. Eriksson, e H. Torstensson, «Similarities and differences between TQM, six sigma and lean», *TQM Mag.*, vol. 18, n. 3, pp. 282–296, Mai. 2006, doi: 10.1108/09544780610660004.
- [13] P. Bajpai, «Total Quality Management», em *Biermann's Handbook of Pulp and Paper*, 3.^a, Elsevier, 2018, pp. 443–454.
- [14] S. Sahoo e S. Yadav, «Total Quality Management in Indian Manufacturing SMEs», em *Procedia Manufacturing*, Haifa, Israel, Set. 2017, vol. 21, pp. 541–548, doi: 10.1016/j.promfg.2018.02.155.
- [15] D. R. Kiran, «Total Quality Management Key Concepts and Case Studies», em *Total Quality Management*, 1.^a, Oxford, United Kingdom: Butterworth-Heinemann, 2017, pp. 1–14.
- [16] J. F. G. Requeijo e Z. P. D. P. S. L. Pereira, «Capítulo 1 - Introdução», em *Qualidade: Planeamento e Controlo Estatístico de Processos*, 2.^a ed., Lisboa: FFCT - Fundação da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa., 2012, pp. 21–22.

- [17] J. Antony, R. Snee, e R. Hoerl, «Lean Six Sigma: yesterday, today and tomorrow», *Int. J. Qual. Reliab. Manag.*, vol. 34, n. 7, pp. 1073–1093, Ago. 2017, doi: 10.1108/IJQRM-03-2016-0035.
- [18] P. A. de A. Marques, «Seis Sigma: Sistema de Gestão e Metodologia de Inovação numa Abordagem Estruturada e Integradora», Dissertação de Doutoramento, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2013.
- [19] M. Singh e R. Rath, «A structured review of Lean Six Sigma in various industrial sectors», *Int. J. Lean Six Sigma*, vol. 10, n. 2, pp. 622–664, Mai. 2019, doi: 10.1108/IJLSS-03-2018-0018.
- [20] D. R. Kiran, «Six Sigma», em *Total Quality Management*, Elsevier, 2017, pp. 347–361.
- [21] M. Smętkowska e B. Mrugalska, «Using Six Sigma DMAIC to Improve the Quality of the Production Process: A Case Study», *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 238, pp. 590–596, 2018.
- [22] H. Meier, H. Lagemann, F. Morlock, e C. Rathmann, «Key Performance Indicators for Assessing the Planning and Delivery of Industrial Services», em *Procedia CIRP*, Cranfield, United Kingdom, Nov. 2013, vol. 11, pp. 99–104, doi: 10.1016/j.procir.2013.07.056.
- [23] D.-S. Kourkoumpas, G. Benekos, N. Nikolopoulos, S. Karellas, P. Grammelis, e E. Kakaras, «A review of key environmental and energy performance indicators for the case of renewable energy systems when integrated with storage solutions», *Appl. Energy*, vol. 231, pp. 380–398, Dez. 2018, doi: 10.1016/j.apenergy.2018.09.043.
- [24] M. del Mar Roldán-García, J. García-Nieto, A. Maté, J. Trujillo, e J. F. Aldana-Montes, «Ontology-driven approach for KPI meta-modelling, selection and reasoning», *Int. J. Inf. Manag.*, p. 102018, Out. 2019, doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2019.10.003.
- [25] G. M. Scheepmaker, H. Y. Willeboordse, J. H. Hoogenraad, R. S. Luijt, e R. M. P. Goverde, «Comparing train driving strategies on multiple key performance indicators», *J. Rail Transp. Plan. Manag.*, vol. 13, p. 100163, Mai. 2020, doi: 10.1016/j.jrtpm.2019.100163.
- [26] F. Assad, B. Alkan, M. K. Chinnathai, M. H. Ahmad, E. J. Rushforth, e R. Harrison, «A framework to predict energy related key performance indicators of manufacturing systems at early design phase», em *Procedia CIRP*, Ljubljana, Slovenia, Jun. 2019, vol. 81, pp. 145–150, doi: 10.1016/j.procir.2019.03.026.
- [27] R. Shawahna, «Development of key performance indicators to capture in measuring the impact of pharmacists in caring for patients with epilepsy in primary healthcare: A Delphi consensual study», *Epilepsy Behav.*, vol. 98, pp. 129–138, Set. 2019, doi: Kerzner.
- [28] H. Kerzner, *Project management metrics, KPIs, and dashboards: a guide to measuring and monitoring project performance*, Third edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2017.
- [29] M. Badawy, A. A. A. El-Aziz, A. M. Idress, H. Hefny, e S. Hossam, «A survey on exploring key performance indicators», *Future Comput. Inform. J.*, vol. 1, n. 1–2, pp. 47–52, Dez. 2016, doi: 10.1016/j.fcij.2016.04.001.
- [30] D. Parmenter, *Key performance indicators : developing, implementing, and using winning KPIs / David Parmenter.*, Fourth edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2020.
- [31] R. B. Hey, «Key Performance Indicator Selection Guidelines», em *Performance Management for the Oil, Gas, and Process Industries*, Elsevier, 2017, pp. 243–259.
- [32] M. Varisco, J. Deuse, C. Johnsson, F. Nöhring, M. Schiraldi, e R. Woestmann, «From production planning flows to manufacturing operation management KPIs: linking ISO18828 & ISO22400 standards», em *IFAC-PapersOnLine*, Bergamo, Italy, Jun. 2018, vol. 51, pp. 25–30, doi: 10.1016/j.ifacol.2018.08.229.
- [33] K. Bhadani, G. Asbjörnsson, E. Hulthén, e M. Evertsson, «Development and implementation of key performance indicators for aggregate production using dynamic simulation», *Miner. Eng.*, vol. 145, p. 106065, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.mineng.2019.106065.

- [34] B. Wohlers, S. Dziwok, F. Pasic, A. Lipsmeier, e M. Becker, «Monitoring and control of production processes based on key performance indicators for mechatronic systems», em *International Journal of Production Economics*, Posnan, Poland, Ago. 2017, vol. 220, p. 107452, doi: 10.1016/j.ijpe.2019.07.025.
- [35] B. Kucukaltan, Z. Irani, e E. Aktas, «A decision support model for identification and prioritization of key performance indicators in the logistics industry», *Comput. Hum. Behav.*, vol. 65, pp. 346–358, Dez. 2016, doi: 10.1016/j.chb.2016.08.045.
- [36] C. Pinna, M. Demartini, F. Tonelli, e S. Terzi, «How Soft Drink Supply Chains drive sustainability: Key Performance Indicators (KPIs) identification», em *Procedia CIRP*, Stockholm, Sweden, Mai. 2018, vol. 72, pp. 862–867, doi: 10.1016/j.procir.2018.04.008.
- [37] E. Andersson e P. Thollander, «Key performance indicators for energy management in the Swedish pulp and paper industry», *Energy Strategy Rev.*, vol. 24, pp. 229–235, Abr. 2019, doi: 10.1016/j.esr.2019.03.004.
- [38] E. Yaghmaei, «Responsible research and innovation key performance indicators in industry: A case study in the ICT domain», *J. Inf. Commun. Ethics Soc.*, vol. 16, n. 2, pp. 214–234, Jan. 2018, doi: 10.1108/JICES-11-2017-0066.
- [39] C. Wilson, «Semi-Structured Interviews», em *Interview Techniques for UX Practitioners*, Morgan Kaufmann Publishers Inc, 2014, pp. 23–41.
- [40] C. Valmohammadi e M. Ahmadi, «The impact of knowledge management practices on organizational performance: A balanced scorecard approach», *J. Enterp. Inf. Manag.*, vol. 28, n. 1, pp. 131–159, Fev. 2015, doi: 10.1108/JEIM-09-2013-0066.
- [41] R. S. Kaplan, «Conceptual Foundations of the Balanced Scorecard», em *Handbooks of Management Accounting Research*, vol. 3, Elsevier, 2009, pp. 1253–1269.
- [42] M. Modak, K. K. Ghosh, e K. Pathak, «A BSC-ANP approach to organizational outsourcing decision support-A case study», em *Journal of Business Research*, Posnan, Poland, Ago. 2017, vol. 103, pp. 432–447, doi: 10.1016/j.jbusres.2018.01.040.
- [43] J. A. Moraga, L. E. Quezada, P. I. Palominos, A. M. Oddershede, e H. A. Silva, «A quantitative methodology to enhance a strategy map», em *International Journal of Production Economics*, Posnan, Poland, Ago. 2017, vol. 219, pp. 43–53, doi: 10.1016/j.ijpe.2019.05.020.
- [44] H. B. Harvey e S. T. Sotardi, «Key Performance Indicators and the Balanced Scorecard», *J. Am. Coll. Radiol.*, vol. 15, n. 7, pp. 1000–1001, Jul. 2018, doi: 10.1016/j.jacr.2018.04.006.
- [45] S. Islam, «A practitioner’s guide to the design of strategy map frameworks», *Pac. Account. Rev.*, vol. 30, n. 3, pp. 334–351, Ago. 2018, doi: 10.1108/PAR-05-2017-0038.
- [46] J. Radomska, «Interrelation between Strategy Maps and other Implementation Tools and Actions», em *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Istanbul, turkey, Nov. 2014, vol. 210, pp. 58–65, doi: 10.1016/j.sbspro.2015.11.329.
- [47] D. Romero e F. Vernadat, «Enterprise information systems state of the art: Past, present and future trends», *Comput. Ind.*, vol. 79, pp. 3–13, Jun. 2016, doi: 10.1016/j.compind.2016.03.001.
- [48] Z. Sun, K. Strang, e S. Firmin, «Business Analytics-Based Enterprise Information Systems», *J. Comput. Inf. Syst.*, vol. 57, n. 2, pp. 169–178, Abr. 2017, doi: 10.1080/08874417.2016.1183977.
- [49] F. Mahmood, A. Z. Khan, e R. H. Bokhari, «ERP issues and challenges: a research synthesis», *Kybernetes*, vol. 49, n. 3, pp. 629–659, Nov. 2019, doi: 10.1108/K-12-2018-0699.
- [50] P. Ruivo, B. Johansson, S. Sarker, e T. Oliveira, «The relationship between ERP capabilities, use, and value», *Comput. Ind.*, vol. 117, p. 103209, Mai. 2020, doi: 10.1016/j.compind.2020.103209.
- [51] C. J. Costa, M. Aparicio, e J. Raposo, «Determinants of the management learning performance in ERP context», *Heliyon*, vol. 6, n. 4, p. e03689, Abr. 2020, doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e03689.

- [52] E. Turban, *Business intelligence and analytics: systems for decision support*, Tenth edition. Boston: Pearson, 2015.
- [53] S. Williams, «Chapter 3 - The Strategic Importance of Business Intelligence», em *Business Intelligence Strategy and Big Data Analytics*, 1.^a ed., Elsevier, 2016, pp. 51–68.
- [54] M. Hennig, G. Reisinger, T. Trautner, P. Hold, D. Gerhard, e A. Mazak, «TU Wien Pilot Factory Industry 4.0», em *Procedia Manufacturing*, Braunschweig, Germany, Mar. 2019, vol. 31, pp. 200–205, doi: 10.1016/j.promfg.2019.03.032.
- [55] D. Carlucci e G. Schiuma, «Determining Key Performance Indicators: An Analytical Network Approach», em *Handbook on Business Information Systems*, WORLD SCIENTIFIC, 2010, pp. 515–536.
- [56] N. Yalcin, A. Bayrakdaroglu, e C. Kahraman, «Application of fuzzy multi-criteria decision making methods for financial performance evaluation of Turkish manufacturing industries», *Expert Syst. Appl.*, vol. 39, n. 1, pp. 350–364, Jan. 2012, doi: 10.1016/j.eswa.2011.07.024.
- [57] C. D. F. Gonçalves, J. A. M. Dias, e V. A. C. Machado, «Multi-criteria decision methodology for selecting maintenance key performance indicators», *Int. J. Manag. Sci. Eng. Manag.*, vol. 10, n. 3, pp. 215–223, Jul. 2015, doi: 10.1080/17509653.2014.954280.
- [58] E. Triantaphyllou, *Multi-criteria Decision Making Methods: A Comparative Study*, vol. 44. Boston, MA: Springer US, 2000.
- [59] A. Mardani, A. Jusoh, K. MD Nor, Z. Khalifah, N. Zakwan, e A. Valipour, «Multiple criteria decision-making techniques and their applications – a review of the literature from 2000 to 2014», *Econ. Res.-Ekon. Istraživanja*, vol. 28, n. 1, pp. 516–571, Jan. 2015, doi: Velasquez.
- [60] M. Velasquez e P. T. Hester, «An Analysis of Multi-Criteria Decision Making Methods», vol. 10, n. 2, p. 11, 2013.
- [61] M. Karimi-Nasab e S. M. Seyedhoseini, «Multi-level lot sizing and job shop scheduling with compressible process times: A cutting plane approach», *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 231, n. 3, pp. 598–616, Dez. 2013, doi: 10.1016/j.ejor.2013.06.021.
- [62] H. Haider, R. Sadiq, e S. Tesfamariam, «Selecting performance indicators for small and medium sized water utilities: Multi-criteria analysis using ELECTRE method», *Urban Water J.*, vol. 12, n. 4, pp. 305–327, Mai. 2015, doi: 10.1080/1573062X.2014.900089.
- [63] Z. Chorfi, A. Berrado, e L. Benabbou, «Selection of Key Performance Indicators for Supply Chain monitoring using MCDA», em *2015 10th International Conference on Intelligent Systems: Theories and Applications (SITA)*, Rabat, Morocco, Out. 2015, pp. 1–6, doi: 10.1109/SITA.2015.7358395.
- [64] D. Podgórski, «Measuring operational performance of OSH management system – A demonstration of AHP-based selection of leading key performance indicators», *Saf. Sci.*, vol. 73, pp. 146–166, Mar. 2015, doi: 10.1016/j.ssci.2014.11.018.
- [65] C. Sekhar, «A Delphi-AHP-TOPSIS Based Framework for the Prioritization of Intellectual Capital Indicators: A SMEs Perspective», *Oper. Manag. Digit. Econ.*, p. 10, 2015.
- [66] M.-H. Ha e Z. Yang, «Comparative analysis of port performance indicators: Independency and interdependency, Transportation Research Part A: Policy and Practice», vol. 103, pp. 264–278, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.06.013>.
- [67] A. Van Horenbeek e L. Pintelon, «Development of a maintenance performance measurement framework—using the analytic network process (ANP) for maintenance performance indicator selection», *Omega*, vol. 42, n. 1, pp. 33–46, Jan. 2014, doi: 10.1016/j.omega.2013.02.006.
- [68] K. Moons, G. Waeyenbergh, L. Pintelon, P. Timmermans, e D. De Ridder, «Performance indicator selection for operating room supply chains: An application of ANP», *Oper. Res. Health Care*, vol. 23, p. 100229, Dez. 2019, doi: 10.1016/j.orhc.2019.100229.

- [69] N. Stricker, F. Echsler Minguillon, e G. Lanza, «Selecting key performance indicators for production with a linear programming approach», *Int. J. Prod. Res.*, vol. 55, n. 19, pp. 5537–5549, Out. 2017, doi: 10.1080/00207543.2017.1287444.
- [70] M.-C. Lee, «The Analytic Hierarchy and the Network Process in Multicriteria Decision Making: Performance Evaluation and Selecting Key Performance Indicators Based on ANP Model», em *Convergence and Hybrid Information Technologies*, M. Crisan, Ed. InTech, 2010, pp. 125–148.
- [71] P. Liu e C. Tsai, «Using Analytic Network Process to Establish Performance Evaluation Indicators for the R&D Management Department in Taiwan's High-tech Industry», *Asian J. Qual.*, vol. 8, n. 3, pp. 156–172, Dez. 2007, doi: 10.1108/15982688200700030.
- [72] A. S. A. Aminuddin, M. K. M. Nawawi, e N. M. Z. N. Mohamed, «Analytic Network Process Model For Sustainable Lean And Green Manufacturing Performance Indicator», *AIP Conf. Proc.*, vol. 1613, n. 1, pp. 32–38, 2014, doi: 10.1063/1.4894328.
- [73] J. Guimarães, e V. Salomon, «ANP Applied to the Evaluation of Performance Indicators of Reverse Logistics in Footwear Industry», em *Procedia Computer Science*, Rio De Janeiro, Brazil, Jul. 2015, vol. 55, pp. 139–148, doi: doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.021.
- [74] S. Kheybari, F. M. Rezaie, e H. Farazmand, «Analytic network process: An overview of applications», *Appl. Math. Comput.*, vol. 367, p. 124780, Fev. 2020, doi: 10.1016/j.amc.2019.124780.
- [75] I. Cabral, A. Grilo, e V. Cruz-Machado, «A decision-making model for Lean, Agile, Resilient and Green supply chain management», *Int. J. Prod. Res.*, vol. 50, n. 17, pp. 4830–4845, Set. 2012, doi: 10.1080/00207543.2012.657970.
- [76] C.-F. Lindberg, S. Tan, J. Yan, e F. Starfelt, «Key Performance Indicators Improve Industrial Performance», em *Energy Procedia*, Abu Dhabi, UAE, Mar. 2015, vol. 75, pp. 1785–1790, doi: 10.1016/j.egypro.2015.07.474.
- [77] B.-A. Behrens e P. Lau, «Key performance indicators for sheet metal forming processes», em *Production Engineering*, Abr. 2008, vol. 2, pp. 73–78, doi: 10.1007/s11740-007-0076-y.
- [78] D. Mourtzis, S. Fotia, E. Vlachou, e A. Koutoupes, «A Lean PSS design and evaluation framework supported by KPI monitoring and context sensitivity tools», *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 94, n. 5–8, pp. 1623–1637, Fev. 2018, doi: 10.1007/s00170-017-0132-5.
- [79] M. Ishaq Bhatti, H. M. Awan, e Z. Razaq, «The key performance indicators (KPIs) and their impact on overall organizational performance», *Qual. Quant.*, vol. 48, n. 6, pp. 3127–3143, Nov. 2014, doi: 10.1007/s11135-013-9945-y.
- [80] L. Zhu, C. Johnsson, M. Varisco, e M. M. Schiraldi, «Key performance indicators for manufacturing operations management – gap analysis between process industrial needs and ISO 22400 standard», *Procedia Manuf.*, vol. 25, pp. 82–88, 2018, doi: 10.1016/j.promfg.2018.06.060.
- [81] M. Kikolski, «Determination of ISO 22400 Key Performance Indicators using Simulation Models: The Concept and Methodology», em *Proceedings of the 8th International Conference on Model-Driven Engineering and Software Development (MODELSWARD 2020)*, Stockholm, Sweden, Mai. 2018, vol. 25, pp. 82–88, doi: 10.5220/0009175800920099.
- [82] A. Anjomshoe, A. Hassan, e K. Y. Wong, «An integrated AHP-based scheme for performance measurement in humanitarian supply chains», *Int. J. Product. Perform. Manag.*, vol. 68, n. 5, pp. 938–957, Jun. 2019, doi: 10.1108/IJPPM-04-2018-0132.
- [83] E. Amrina e A. L. Vilsu, «Key Performance Indicators for Sustainable Manufacturing Evaluation in Cement Industry», em *Procedia CIRP*, Johor Bahru, Malaysia, Set. 2014, vol. 26, pp. 19–23, doi: 10.1016/j.procir.2014.07.173.
- [84] R. W. Saaty, «The analytic hierarchy process—what it is and how it is used», *Math. Model.*, vol. 9, n. 3, pp. 161–176, 1987, doi: https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8.

- [85] T. Saaty e L. Vargas, «The Analytic Network Process», 2006, pp. 1–26.
- [86] F. Dweiri, S. Kumar, S. A. Khan, e V. Jain, «Designing an integrated AHP based decision support system for supplier selection in automotive industry», *Expert Syst. Appl.*, vol. 62, pp. 273–283, Nov. 2016, doi: 10.1016/j.eswa.2016.06.030.
- [87] M. Brunelli, *Introduction to the Analytic Hierarchy Process*, 1.^a ed. Cham: Springer International Publishing, 2015.
- [88] T. L. Saaty e L. G. Vargas, *Decision Making with the Analytic Network Process*, vol. 195. Boston, MA: Springer US, 2013.
- [89] «Programa Nacional de Saúde Ocupacional». <https://www.dgs.pt/saude-ocupacional/doencas-profissionais-e-acidentes-de-trabalho/acidentes-de-trabalho.aspx> (acedido Out. 16, 2020).

7. Anexos

7.1. Anexo A - Estrutura da entrevista realizada

A seguinte entrevista tem como principal objetivo listar KPIs que possam vir a ser implementados na UNCC, abrangendo todas as áreas de atuação de forma a ser possível monitorizar o desempenho de toda a empresa.

1. Descrição do inquirido

A. Qual é o seu cargo?

B. Qual a/s área/s onde trabalha?

C. Há quanto tempo trabalha nessa área?

D. Quais são as suas principais responsabilidades?

2. Informações sobre KPIs existentes

E. Quais os KPIs que atualmente existem na UNCC e mais especificamente na sua área de atuação?

F. Quais os pormenores dos KPIs anteriormente indicados?

a) Nome;

b) O que mede o KPI;

(Continua na página seguinte)

Anexo A - Continuação

2. Informações sobre KPIs existentes

d) Periodicidade de medição;

e) Limite inferior/superior;

f) Objetivo a atingir (numérico);

g) Qual o método de recolha de dados para conseguir obter o KPI;

h) Quem é o responsável sobre o KPI;

i) Outras pontos importantes:

3. Informações sobre novos KPIs

H. Defina alguns KPIs das seguintes categorias que possam vir a ser úteis para a medição do desempenho geral da empresa, consoante a sua área de atuação: financeiros, processos internos, colaboradores, clientes, qualidade, logística, planeamento, manutenção, sustentabilidade.

Nota: os KPIs têm de apresentar características como serem específicos, mensuráveis, atribuíveis, realistas e relacionados com aspeto temporal.

I. Sugestões de listagem/implementação de KPIs?

7.2. Anexo B - Questionário de pontuações dos KPIs na fase de pré-seleção

Categoria	KPI	Avaliação						
		A	B	C	D	E	F	Média
Financeira	% dos custos totais gastos em fabricação	1	3	2	3	5	1	2,50
	% do lucro estimado atingido	1	1	3	4	3	5	2,83
	Custo das não conformidades de qualidade	5	5	1	4	4	5	4,00
	Custo de mão de obra interna	1	5	5	3	4	3	3,50
	Custo do inventário	1	3	1	2	4	2	2,17
	Custos das horas extra	1	5	3	5	3	5	3,67
	Custos de manutenção por produção realizada num determinado período de tempo	1	4	1	3	4	3	2,67
	Custos de retrabalho (correções)	1	4	4	3	5	5	3,67
	Custos de subcontratação	1	2	1	4	1	4	2,17
	Custos de transporte e armazenamento	1	3	1	3	4	3	2,50
	Custos reais vs. Planeados	5	1	3	4	4	3	3,33
	Desvio do orçamento do projeto	5	4	4	5	5	5	4,67
	Lucro estimado	1	3	3	3	4	5	3,17
	Orçamento a receber por área / Orçamento para atividades operacionais	1	4	5	4	5	1	3,33
	Receitas vs. Custos	5	5	3	5	5	5	4,67
	Retorno do investimento	1	4	3	1	5	3	2,83
	Valor dos custos vs. horas trabalhadas	1	3	5	4	4	3	3,33

Legenda: A - Especialista da qualidade, B - Coordenador de produção, C - Coordenador da área de engenharia, D - Especialista de gestão de orçamento e de logística, E - Coordenador de projeto e F - Supervisor de planeamento.

Sem importância	<	<	<	Muito importante
-----------------	---	---	---	------------------

(Continua na página seguinte)

Anexo B - Continuação

Categoria	KPI	Avaliação						
		A	B	C	D	E	F	Média
Processo	% de entregas realizadas no prazo estabelecido	1	5	4	2	5	5	3,67
	% de materiais sobresselentes	5	1	1	2	3	4	2,67
	% de projetos em que é necessária realização de 2ª reunião com o cliente	5	4	4	2	4	4	3,83
	% de tempo de funcionamento das máquinas (<i>machine uptime</i>)	5	5	1	2	5	4	3,67
	% de trabalho realizado na empresa vs. subcontratado	1	5	3	3	4	4	3,33
	Atraso médio	1	3	4	2	5	5	3,33
	Capacidade ocupada da empresa e por áreas	5	5	5	4	5	5	4,83
	Cumprimento de prazos das tarefas alocadas (<i>milestones</i>) (%)	1	1	5	2	5	5	3,17
	Cumprimento de prazos das tarefas alocadas (<i>milestones</i>) (h)	5	1	3	2	5	5	3,50
	Emissões produzidas	1	1	3	2	4	3	2,33
	Flexibilidade da modificação do produto	1	3	2	2	5	1	2,33
	Gastos energéticos	1	5	1	2	5	3	2,83
	Horas gastas vs. planeadas por projeto	1	5	4	2	5	5	3,67
	Horas gastas vs. planeadas totais	5	3	5	5	5	5	4,67
	Número de avarias das máquinas	1	5	1	2	3	1	2,17
	Número de ciclos de correção efetuados	5	4	3	2	5	3	3,67
	Número de não conformidades de qualidade totais	1	4	4	5	4	4	3,67
	Número de novos produtos desenvolvidos	1	4	4	2	5	1	2,83
	Número de revisões de projetos realizadas por ano	5	3	4	2	5	5	4,00

Legenda: A - Especialista da qualidade, B - Coordenador de produção, C - Coordenador da área de engenharia, D - Especialista de gestão de orçamento e de logística, E - Coordenador de projeto e F - Supervisor de planeamento.

Sem importância	<	<	<	Muito importante
-----------------	---	---	---	------------------

(Continua na página seguinte)

Anexo B - Continuação

Categoria	KPI	Avaliação						
		A	B	C	D	E	F	Média
Processos Internos	Número de vezes que existe escassez no inventário	1	3	1	2	5	5	2,83
	Produção de resíduos / quantidade de desperdícios	1	1	3	2	5	3	2,50
	Taxa de manutenção corretiva	1	1	2	2	4	5	2,50
	Taxa de perda de produtos	1	4	3	2	5	1	2,67
	Taxa de produtos com boa qualidade	1	5	4	3	5	5	3,83
	Taxa de produtos que necessitam de retrabalho	1	4	3	2	4	5	3,17
	Tempo de execução do pedido Vs. Planeado	1	4	1	2	4	5	2,83
	Tempo entre o pedido do cliente e a entrega do mesmo	1	5	4	2	5	5	3,67
	Tempo médio para falhar (MTTF)	1	1	2	2	4	4	2,33
	Tempo utilizado até atingir a categoria de qualidade aceitável (80% <i>druckbild</i>)	1	5	1	2	5	5	3,17
	Tempos de fila de espera	1	1	3	2	4	5	2,67
	Tipos de falha ocorrida (AK, BK, CK)	5	4	4	3	4	5	4,17

Legenda: A - Especialista da qualidade, B - Coordenador de produção, C - Coordenador da área de engenharia, D - Especialista de gestão de orçamento e de logística, E - Coordenador de projeto e F - Supervisor de planeamento.

Sem importância	<	<	<	Muito importante
-----------------	---	---	---	------------------

(Continua na página seguinte)

Anexo B - Continuação

Categoria	KPI	Avaliação						
		A	B	C	D	E	F	Média
Processos Internos	Taxa de produtos com boa qualidade	1	5	4	3	5	5	3,83
	Taxa de produtos que necessitam de retrabalho	1	4	3	2	4	5	3,17
	Tempo de execução do pedido Vs. Planeado	1	4	1	2	4	5	2,83
	Tempo entre o pedido do cliente e a entrega do mesmo	1	5	4	2	5	5	3,67
	Tempo médio para falhar (MTTF)	1	1	2	2	4	4	2,33
	Tempo utilizado até atingir a categoria de qualidade aceitável (80% <i>druckbild</i>)	1	5	1	2	5	5	3,17
	Tempos de fila de espera	1	1	3	2	4	5	2,67
	Tipos de falha ocorrida (AK, BK, CK)	5	4	4	3	4	5	4,17

Categoria	KPI	Avaliação						
		A	B	C	D	E	F	Média
Clientes	Satisfação do cliente	5	5	4	4	4	5	4,50
	Medidas realizadas pela empresa vs. realizadas pelo cliente	1	4	3	2	4	5	3,17
	Número de notas (incumprimento de especificações)	5	5	4	3	4	5	4,33
	Número de reclamações dos clientes	5	4	4	4	4	5	4,33
	Resultados das auditorias	5	5	3	3	3	5	4,00
	Satisfação do fornecedor	1	3	4	3	4	4	3,17

Legenda: A - Especialista da qualidade, B - Coordenador de produção, C - Coordenador da área de engenharia, D - Especialista de gestão de orçamento e de logística, E - Coordenador de projeto e F - Supervisor de planeamento.

Sem importância	<	<	<	Muito importante
-----------------	---	---	---	------------------

(Continua na página seguinte)

Anexo B - Continuação

Categoria	KPI	Avaliação						
		A	B	C	D	E	F	Média
Colaboradores	% de colaboradores com certificados de formação exigidos para o cargo	1	1	3	2	3	5	2,50
	% de colaboradores com a formação exigida para o cargo	1	4	3	2	3	5	3,00
	% de colaboradores que trabalha em horários flexíveis	1	1	1	2	4	1	1,67
	Absenteísmo	5	5	4	4	5	5	4,67
	Número de acidentes de trabalho	5	5	4	4	5	5	4,67
	Número de simulacros	1	3	1	2	5	3	2,50
	Número de promoções realizadas internamente	1	4	3	2	4	4	3,00
	Relacionamento com os <i>stakeholders</i>	5	1	4	2	5	5	3,67
	Rotatividade de funcionários	5	3	1	2	5	4	3,33
	Satisfação do investidor	5	5	4	2	4	1	3,50
	Satisfação dos funcionários (<i>Stimmungsbarometer</i>)	5	4	4	3	5	4	4,17
	Média de horas gastas em formação das equipas	5	5	4	4	5	5	4,67

Legenda: A - Especialista da qualidade, B - Coordenador de produção, C - Coordenador da área de engenharia, D - Especialista de gestão de orçamento e de logística, E - Coordenador de projeto e F - Supervisor de planeamento.

Sem importância	<	<	<	Muito importante
-----------------	---	---	---	------------------

7.3. Anexo C - Processo de pré-seleção de KPIs

Categoria	KPIs	Número médio												
		3,25	3,26	3,27	3,28	3,29	3,30	3,40	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00
Financeira	% dos custos totais gastos em fabricação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	% do lucro estimado atingido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Custo das não conformidades de qualidade	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	Custo de mão de obra interna	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	Custo do inventário	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Custos das horas extra	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
	Custos de manutenção por produção realizada num determinado período de tempo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Custos de retrabalho (correções)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
	Custos de subcontratação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Custos de transporte e armazenamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Custos reais vs. Planeados	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Desvio do orçamento do projeto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Lucro estimado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Orçamento a receber por área / Orçamento para atividades operacionais	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Receitas vs. Custos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Retorno do investimento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Valor dos custos vs. horas trabalhadas	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Número de KPIs		35	35	35	35	35	35	29	26	26	17	17	15	12

(Continua na página seguinte)

Anexo C - Continuação

Categoria	KPIs	Número médio												
		3,25	3,26	3,27	3,28	3,29	3,30	3,40	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00
Processos internos	% de entregas realizadas no prazo estabelecido	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
	% de materiais sobresselentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	% de projetos em que é necessária realização de 2ª reunião com o cliente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
	% de tempo de funcionamento das máquinas (<i>machine uptime</i>)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
	% de trabalho realizado na empresa vs. subcontratado	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Atraso médio	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Capacidade ocupada da empresa e por áreas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Cumprimento de prazos das tarefas alocadas (<i>milestones</i>) (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cumprimento de prazos das tarefas alocadas (<i>milestones</i>) (h)	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	Emissões produzidas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Flexibilidade da modificação do produto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gastos energéticos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Horas gastas vs. planeadas por projeto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
	Horas gastas vs. planeadas totais	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Número de avarias das máquinas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Número de ciclos de correção efetuados	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
	Número de não conformidades de qualidade totais	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Número de KPIs		35	35	35	35	35	35	29	26	26	17	17	15	12

(Continua na página seguinte)

Anexo C - Continuação

Categoria	KPIs	Número médio												
		3,25	3,26	3,27	3,28	3,29	3,30	3,40	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00
Processos internos	Número de novos produtos desenvolvidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Número de vezes que existe escassez no inventário	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Produção de resíduos / quantidade de desperdícios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Taxa de manutenção corretiva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Taxa de perda de produtos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Taxa de produtos com boa qualidade	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
	Taxa de produtos que necessitam de retrabalho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tempo de execução do pedido Vs. Planeado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tempo entre o pedido do cliente e a entrega do mesmo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
	Tempo médio para falhar (MTTF)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tempo utilizado até atingir a categoria de qualidade aceitável (80% <i>druckbild</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tempos de fila de espera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tipos de falha ocorrida (AK, BK, CK)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Número de KPIs		35	35	35	35	35	35	29	26	26	17	17	15	12

(Continua na página seguinte)

Anexo C - Continuação

Categoria	KPIs	Número médio												
		3,25	3,26	3,27	3,28	3,29	3,30	3,40	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00
Processos internos	Taxa de produtos que necessitam de retrabalho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tempo de execução do pedido Vs. Planeado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tempo entre o pedido do cliente e a entrega do mesmo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
	Tempo médio para falhar (MTTF)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tempo utilizado até atingir a categoria de qualidade aceitável (80% <i>druckbild</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tempos de fila de espera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tipos de falha ocorrida (AK, BK, CK)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Número de KPIs		35	35	35	35	35	35	29	26	26	17	17	15	12

Categoria	KPIs	Número médio												
		3,25	3,26	3,27	3,28	3,29	3,30	3,40	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00
Clientes	Satisfação do cliente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Medidas realizadas pela empresa vs. realizadas pelo cliente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Número de notas (incumprimento de especificações)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Número de reclamações dos clientes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Resultados das auditorias	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	Satisfação do fornecedor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Número de KPIs		35	35	35	35	35	35	29	26	26	17	17	15	12

7.4. Anexo D - Caracterização de KPIs

De seguida, segue-se a caracterização de KPIs pertencentes à categoria financeira:

- **Número de não conformidades:** Uma não conformidade é o resultado de uma análise, na qual se verifica que houve falha das especificações/procedimentos previamente estabelecidos. Esta, pode ser detetada por exemplo: através da análise realizada a um produto físico (neste caso os moldes), a um desenho técnico realizado e a erros detetados no planeamento do projeto. No caso da empresa em questão, a maioria das não conformidades estão relacionadas com o aspeto dimensional, isto é, a falha do cumprimento de especificações de dimensão, tanto a nível físico como computacional. As não conformidades podem ser detetadas e originadas tanto por empresas externas que prestem serviços à mesma como por todos os departamentos e subdepartamentos da própria empresa, sendo estas analisadas pelo departamento da qualidade.

Para uma melhor organização e partilha de informação, o departamento da qualidade dá uso a um *software* onde é possível anotar todas as informações relativas às não conformidades como por exemplo o departamento onde esta se verificou e a data. Este KPI foi mencionado pelo facto de a existência de não conformidades implicar a existência de custos para a empresa uma vez ser necessário trabalho extra não planeado para a sua correção.

- **Desvio do orçamento do projeto:** O KPI desvio do orçamento do projeto pretende medir a um nível geral (ao conjunto de todos os projetos), se houve desvios orçamentais do que estava inicialmente planeado. Deste modo, a empresa é capaz de verificar quais os projetos que mostraram ter maiores dificuldades em cumprir o orçamento estabelecido e averiguar quais as medidas que se devem tomar. Este KPI é obtido através da realização de relatórios e ficheiros Excel por parte da especialista de gestão de orçamento e de logística.
- **Receitas vs. Custos:** Este KPI tem como objetivo avaliar o desempenho económico da empresa, através da realização da comparação entre as receitas realizadas e os custos obtidos. Esta relação anteriormente mencionada pode ser vista como sendo o lucro ou o prejuízo que a empresa apresenta num determinado período de tempo. Este KPI tem como base de obtenção de informação os relatórios mensais realizados pela especialista de gestão de orçamento e de logística, onde se encontram registadas todas as informações relativas às receitas, custos e comparação de ambos.

Anexo D - Continuação

De seguida, segue-se a caracterização de KPIs pertencentes à categoria processos internos:

- **% de projetos em que é necessária realização de 2ª reunião com o cliente:** A realização de um projeto está dividida em três fases distintas, como representado na figura 4.3, sendo que no final de cada uma destas é realizada uma reunião com o cliente de modo a verificar o trabalho realizado até à data, e verificar se a empresa está a cumprir as suas especificações do projeto. No entanto, caso haja algo a apontar por parte do cliente, pode ser exigida uma 2ª reunião com o mesmo objetivo. Deste modo, o seguinte KPI pretende analisar a percentagem de projetos em que é necessária haver a realização de uma 2ª reunião.

Porém, o KPI não apresenta qualquer base de dados nem tem como prática recorrente ser medido. Contudo, através da realização das entrevistas, conclui-se que este KPI é aplicável às respetivas áreas de cada fase do projeto, como demonstrado na figura 4.3.

- **Capacidade ocupada da empresa e por áreas:** Este KPI pretende medir a ocupação interna da empresa, isto é, o número de horas que estão atualmente planeadas utilizar, tendo em consideração o número de horas totais disponíveis. Este, pode ser utilizado para medir a capacidade ocupada geral da empresa, porém esse resultado é obtido através do cálculo da individual da capacidade para cada uma das diferentes áreas. Com o uso deste KPI é possível visualizar o estado de ocupação da empresa, contribuindo deste modo para uma melhor organização da mesma.

Para calcular a capacidade e alocar horas necessárias à realização de diferentes tarefas/processos, é utilizado um *software* de planeamento de tarefas, o qual fornece os dados numéricos e também a visualização gráfica da capacidade ocupada. O departamento de gestão de projetos o que apresenta responsabilidade pelo mesmo, visto que uma das responsabilidades do mesmo é a organização e planeamento das tarefas a realizar.

- **Horas gastas vs. planeadas totais:** Como referido, o KPI capacidade ocupada é medido através da alocação de horas às tarefas/processos dos diferentes departamentos. Assim, surge o interesse em monitorizar se realmente as atividades e processos realizados nos respetivos departamentos cumprem o período de tempo destinado à sua execução. Deste modo, o KPI horas gastas vs. planeadas totais (*milestone adherence*) pretende analisar o grau de cumprimento dos prazos propostos para a realização das tarefas e processos. Ao utilizar este KPI, a empresa monitoriza quais os departamentos que maior desvio temporal apresenta, atrasando consequentemente o projeto. Contudo, o KPI em questão não apresenta qualquer base de dados onde seja possível monitorizar o tempo das atividades. Porém, visto a empresa estar em constante mudança, esta encontra-se de momento a implementar um novo sistema de informação que visa contemplar os dados necessários para atualizar e utilizar o KPI referido. Visto que o mesmo abrange todas as áreas, o principal responsável pelo mesmo é o departamento de gestão de projetos.

Anexo D - Continuação

- **Número de revisões de projetos realizadas por ano:** Cada vez que é realizado um projeto e este chega ao fim da sua fase de conceção, é realizada uma apresentação onde são revistos os pormenores do projeto. Entende-se, portanto, como número de revisões de projetos, o número de projetos realizados ao fim de um ano. Uma vez que a empresa é caracterizada por ter uma produção discreta seguindo a estratégia de produção *Pull*, isto é, só iniciam a produção quando o pedido é realizado, este KPI permite ao gestor de topo controlar o número de projetos realizados por ano.

Contudo, o KPI em análise não apresenta qualquer base de dados onde seja possível monitorizar quantos projetos foram sujeitos a revisão por ano, não existindo de momento contagem dos mesmos. Visto este KPI estar diretamente relacionado com o controlo de realização de projetos, o departamento responsável é o de gestão de projetos.

- **Taxa de produtos com boa qualidade:** Ao realizar a produção de moldes, é importante monitorizar a sua qualidade, sendo que o KPI taxa de produtos com boa qualidade pretende monitorizar a percentagem de produtos que são produzidos com boa qualidade comparando com a totalidade dos mesmos. Deste modo, tanto o gestor de topo como os responsáveis de área conseguem ter a perceção se as realizações dos seus processos vão ao encontro de aumentar a taxa e produzir com qualidade.

Uma vez que o KPI está diretamente relacionado com a qualidade dos produtos, a área da qualidade assume a responsabilidade de fornecer os dados para a atualização e uso deste KPI, através do uso do *software* usado também para anotar o número de não conformidades.

- **Tipos de falha ocorrida (AK, BK, CK):** Durante a averiguação da qualidade e realização do produto, podem existir falhas de qualidade, sendo estas avaliadas consoante o seu nível de gravidade. A falha AK simboliza o incumprimento de especificações de dimensão por um valor elevado em pontos funcionais do molde, causando assim problemas na montagem do resto dos componentes. A falha BK representa o incumprimento de especificações de dimensão por um valor mais baixo em pontos funcionais do molde, permitindo que seja possível realizar a montagem dos componentes, mas os mesmos não irão ter o funcionamento correto. Por fim, a falha CK retrata o incumprimento de especificações de dimensão por um valor pequeno em pontos funcionais do molde, mas que não apresenta ter implicações no funcionamento do mesmo. Deste modo, o KPI pretende averiguar a gravidade das falhas realizadas, uma vez que estas implicam custos de correção e atrasos na execução do projeto. O departamento de qualidade é deste modo o responsável por realizar as medições e controlar as falhas ocorridas.

Anexo D - Continuação

De seguida, segue-se a caracterização de KPIs pertencentes à categoria aprendizagem e crescimento:

- **Absenteísmo:** Entende-se absenteísmo como sendo a tendência de não comparecer no local de trabalho de um determinado colaborador, sendo estas faltas justificadas ou injustificadas. Este KPI pretende medir e analisar a frequência com que os colaboradores se ausentam do seu local de trabalho sem aviso prévio, independentemente do tipo de falta cometida.

Este KPI é importante pelo facto de a ausência de um trabalhador sem aviso prévio poder causar desordem na realização das tarefas programadas, provocando deste modo atrasos inesperados. Este KPI tem como principais responsáveis todos os departamentos da empresa, visto que cada um controla o mapa de presenças dos colaboradores alocados às suas áreas.

- **Número de acidentes de trabalho:** Segundo a definição da Direção-Geral da Saúde, entende-se como acidente de trabalho “aquele que se verifique no local e no tempo de trabalho e produza direta ou indiretamente lesão corporal, perturbação funcional ou doença de que resulte redução da capacidade de trabalho ou de ganho, ou ainda a morte” [89]. O KPI pretende assim medir o número de acidentes de trabalho ocorridos num determinado período de tempo, com o intuito de investigar e melhorar as condições de segurança na unidade industrial.

O KPI tem como responsável o departamento de recursos humanos da Autoeuropa, cujo realiza a gestão de todos os funcionários da UNCC e regista todas as ocorrências no seu *software* de gestão de informação.

- **Satisfação dos funcionários (*Stimmungsbarometer*):** A satisfação dos funcionários é um KPI importante de medir, por permitir à gestão de topo e a todos os responsáveis de equipas compreender a satisfação dos funcionários, e de que modo essa afeta a produtividade na realização das atividades da empresa. Desta forma, este KPI encontra-se implementado na empresa via departamento dos recursos humanos, uma vez que este analisa a satisfação de todos os colaboradores de todas as áreas da Volkswagen Autoeuropa. Este KPI encontra-se mais detalhado no capítulo 5.1, onde foi realizada a sua apresentação.
- **Média de horas gastas em formação das equipas:** O seguinte KPI tem como objetivo realizar a medição do número médio de horas gastas em formação das equipas de trabalho presentes na UNCC. Contudo, esta medição é realizada pelo facto de ao existir formação das equipas, a mesma implicar gastos do orçamento e redução do tempo de carga laboral das equipas no período de formação. Porém, a existência de formação providencia o aumento da qualidade, eficácia e eficiência dos colaboradores ao realizar as tarefas às quais realizaram formação.

Deste modo, este KPI tem como responsável os coordenadores das diferentes áreas, visto existirem tarefas bastante diferentes nos diversos departamentos e visto que são estes que controlam e supervisionam os colaboradores.

Anexo D - Continuação

De seguida, segue-se a caracterização de KPIs pertencentes à categoria clientes:

- **Satisfação do cliente:** A medição de satisfação do cliente é atualmente realizada pela empresa através do envio de inquéritos, onde o cliente expressa a sua opinião sobre o atendimento, produto, qualidade e entrega através do uso de uma escala quantitativa que varia entre insuficiente e muito bom. A satisfação do cliente aparenta ser um KPI de elevada importância pelo facto de este poder expressar a sua opinião sobre os diversos processos que se realizaram até à entrega final do produto, verificando assim quais os estados de realização do produto que aparentam estar a causar insatisfação do cliente, levando à possibilidade de implementar ações de melhoria para contradizer a insatisfação no futuro.

De momento os inquéritos são enviados por parte dos gestores de projeto (área de gestão de projetos) aos clientes. Porém, existem ocasiões onde não existe qualquer resposta ao inquérito de satisfação enviado, causando assim dificuldades na obtenção de dados. Contudo, os resultados que se conseguem vir a obter não são introduzidos em qualquer base de dados para que se verifique as avaliações realizadas até ao momento, sendo que estas são apenas disponibilizadas individualmente em cada questionário de satisfação.

- **Número de notas (incumprimento de especificações):** O KPI número de notas remete para notas (apontamentos) realizadas por parte do cliente, onde o mesmo identifica onde ocorreu incumprimento de especificações, sendo necessário que as mesmas precisem de ser corrigidas antes da entrega do produto final. Este KPI é importante pois demonstra o número de incumprimentos de especificações detetadas pelo cliente que outrora não foram detetadas internamente pelas diversas áreas e responsáveis.

Visto que existem três fases do projeto que abrangem todas as áreas da empresa, a comunicação de notas pode ser realizada em qualquer uma das fases, assumindo assim responsabilidade sobre o KPI os gestores de projeto (área gestão de projetos), uma vez que estes coordenam todas as atividades e processos realizados, de modo a ir ao encontro das necessidades do cliente. Contudo, o número de notas por parte do cliente não é contabilizado em nenhuma base de dados, sendo o mesmo comunicado por diversas vias como por exemplo e-mail e via telefónica.

- **Número de reclamações dos clientes:** O seguinte KPI pretende monitorizar o número de reclamações efetuadas por parte dos clientes, uma vez tendo sido entregue o produto final ao mesmo. Atualmente o registo das reclamações dos clientes é apenas realizado por via email, quando os mesmos submetem a sua opinião sobre o produto final. Contudo, as reclamações não são inseridas em qualquer base de dados ou sistema de informação, dificultando a visualização das mesmas, de forma a poder identificar padrões de ocorrência e posteriormente implementar ações de melhoria. Visto que os gestores de projeto são responsáveis pelos mesmos e pela comunicação com os clientes, os mesmos são responsáveis por obtenção deste tipo de informação.

Anexo D - Continuação

- **Resultados das auditorias:** A realização das auditorias internas/externas às diferentes fases do produto têm como objetivo a verificação de conformidade perante as normas e regras estabelecidos, os quais têm de ser cumpridos. O resultado das auditorias é transmitido à gestão de topo e aos coordenadores de área através da elaboração de relatórios por parte do departamento da qualidade. Este KPI tem assim como objetivo informar o estado de cumprimento de normas e regras através do uso de uma escala percentual que varia entre 0 e 100%. O resultado proveniente deste KPI é importante pois fornece a todos os responsáveis o grau de cumprimento, através do qual é possível verificar os processos, atividades e áreas que necessitem de maior atenção e concentração de recursos para melhorar as mesmas.

7.5. Anexo E - Verificação de influências entre os elementos dos diferentes *clusters*

<i>Cluster</i>	<i>Elemento</i>	<i>Abreviação</i>
Objetivo	Melhorar o desempenho das atividades realizadas na empresa	O1
Critério	Custo	C1
	Produtividade	C2
	Qualidade	C3
	Satisfação dos colaboradores	C4
	Segurança	C5
	Aprendizagem e crescimento	C6
	Satisfação dos clientes	C7
Alternativa 1 (KPIs da categoria financeira)	Receitas vs. Custos	F1
	Desvio do orçamento do projeto	F2
	Número de não conformidades	F3
Alternativa 2 (KPIs da categoria processos internos)	Capacidade ocupada	P1
	Taxa de produtos com boa qualidade	P2
	Horas gastas vs. planeadas totais	P3
	% de projetos em que é necessária realização de 2ª reunião com o cliente	P4
	Tipos de falha ocorrida (AK, BK, CK)	P5
	Número de revisões de projetos realizadas por ano	P6
Alternativa 3 (KPIs da categoria Aprendizagem e crescimento)	Satisfação dos funcionários (<i>Stimmungsbarometer</i>)	A1
	Número de acidentes de trabalho	A2
	Média de horas gastas em formação das equipas	A3
	Absenteísmo	A4
Alternativa 4 (KPIs da categoria clientes)	Número de notas (incumprimento de especificações)	L1
	Número de reclamações dos clientes	L2
	Resultados das auditorias	L3
	Satisfação do cliente	L4

(Continua na página seguinte)

Anexo E - Continuação

a. Relações entre os elementos do *cluster* objetivo e entre todos os outros elementos (do mesmo *cluster* e de *clusters* diferentes)

Clusters																										
Cluster Objetivo	Elementos	Objetivo	Critérios							Alternativa 1			Alternativa 2						Alternativa 3				Alternativa 4			
		O1	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	F1	F2	F3	P1	P2	P3	P4	P5	P6	A1	A2	A3	A4	L1	L2	L3	L4
	O1	-	x	x	x	-	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	x	x	-	x

b. Relações entre os elementos do *cluster* critérios e entre todos os outros elementos (do mesmo *cluster* e de *clusters* diferentes)

Clusters																										
Cluster Critérios	Elementos	Objetivo	Critérios							Alternativa 1			Alternativa 2						Alternativa 3				Alternativa 4			
		O1	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	F1	F2	F3	P1	P2	P3	P4	P5	P6	A1	A2	A3	A4	L1	L2	L3	L4
	C1	x	-	x	x	-	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	x	x	-	-
	C2	x	x	-	x	-	-	x	-	x	x	x	-	x	x	x	x	x	-	-	-	-	x	x	-	-
	C3	x	x	x	-	-	-	x	x	-	-	x	-	-	-	x	x	x	-	-	-	-	x	x	-	x
	C4	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x	-	-	-	-
	C5	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-	-	-	-
	C6	-	x	-	-	-	x	-	-	-	-	x	-	-	-	x	x	x	-	-	-	-	x	x	x	x
	C7	x	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x

(Continua na página seguinte)

Anexo E - Continuação

c. Relações entre os elementos do *cluster* alternativa 1 e entre todos os outros elementos (do mesmo *cluster* e de *clusters* diferentes)

Clusters																											
Cluster Alternativa 1	Elementos	Objetivo	Critérios							Alternativa 1			Alternativa 2						Alternativa 3				Alternativa 4				
		O1	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	F1	F2	F3	P1	P2	P3	P4	P5	P6	A1	A2	A3	A4	L1	L2	L3	L4	
	F1	x	x	x	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x	x	x	-	x	x	-	-	-	-	x	x	-	x
	F2	x	x	x	-	-	-	-	-	x	-	x	x	x	x	-	x	x	-	-	-	-	x	x	-	x	
	F3	x	x	x	X	-	-	x	x	x	x	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	

d. Relações entre os elementos do *cluster* alternativa 2 e entre todos os outros elementos (do mesmo *cluster* e de *clusters* diferentes)

Clusters																										
Cluster Alternativa 2	Elementos	Objetivo	Critérios							Alternativa 1			Alternativa 2						Alternativa 3				Alternativa 4			
		O1	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	F1	F2	F3	P1	P2	P3	P4	P5	P6	A1	A2	A3	A4	L1	L2	L3	L4
	P1	x	x	-	-	-	-	-	-	x	x	x	-	x	x	-	x	x	-	-	-	-	x	x	-	-
	P2	x	x	x	-	-	-	-	-	x	x	x	x	-	x	-	x	x	-	-	-	-	x	x	-	x
	P3	x	x	x	-	-	-	-	-	x	x	-	x	x	-	-	-	x	-	-	-	-	x	x	-	x
	P4	x	x	x	x	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	x
	P5	x	x	x	x	-	-	x	-	x	x	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	x
	P6	x	x	x	x	-	-	x	-	x	x	-	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(Continua na página seguinte)

Anexo E - Continuação

e. Relações entre os elementos do *cluster* alternativa 3 e entre todos os outros elementos (do mesmo *cluster* e de *clusters* diferentes)

Clusters																										
Cluster Alternativa 3	Elementos	Objetivo	Critérios							Alternativa 1			Alternativa 2						Alternativa 3				Alternativa 4			
		O1	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	F1	F2	F3	P1	P2	P3	P4	P5	P6	A1	A2	A3	A4	L1	L2	L3	L4
	A1	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
	A2	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-
	A3	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
	A4	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-

f. Relações entre os elementos do *cluster* alternativa 4 e entre todos os outros elementos (do mesmo *cluster* e de *clusters* diferentes)

Clusters																											
Cluster Alternativa 4	Elementos	Objetivo	Critérios							Alternativa 1			Alternativa 2						Alternativa 3				Alternativa 4				
		O1	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	F1	F2	F3	P1	P2	P3	P4	P5	P6	A1	A2	A3	A4	L1	L2	L3	L4	
	L1	x	x	x	x	-	-	x	-	x	x	-	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	x	-	-	x
	L2	x	x	x	x	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-	-	-	-	-	x	-	-	x	
	L3	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	L4	x	-	-	x	-	-	x	x	x	x	-	-	x	x	x	x	-	-	-	-	-	x	x	-	-	

7.6. Anexo F - Supermatriz não ponderada

	F1	F2	F3	P1	P2	P3	P4	P5	P6	A1	A2	A3	A4
F1	0.000000	0.125000	0.500000	0.454545	0.614411	0.500000	0.000000	0.500000	0.142857	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
F2	0.500000	0.000000	0.500000	0.090909	0.268368	0.500000	0.000000	0.500000	0.857143	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
F3	0.500000	0.875000	0.000000	0.454545	0.117221	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
P1	0.332269	0.072351	0.000000	0.000000	0.077605	0.698615	0.000000	0.166667	0.333333	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
P2	0.294428	0.151511	0.875000	0.611259	0.000000	0.237042	0.000000	0.833333	0.333333	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
P3	0.171520	0.557972	0.125000	0.168448	0.496177	0.000000	0.000000	0.000000	0.333333	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
P4	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
P5	0.158736	0.183068	0.000000	0.168448	0.130848	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
P6	0.043048	0.035098	0.000000	0.051845	0.295370	0.064343	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
A1	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.500000	1.000000	0.000000
A2	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.166667	0.000000	0.000000	1.000000
A3	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.833333	0.000000	0.000000	0.000000
A4	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.500000	0.000000	0.000000
L1	0.258285	0.658644	0.000000	0.500000	0.083616	0.333333	0.833333	0.062616	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
L2	0.636986	0.185174	1.000000	0.500000	0.444274	0.333333	0.000000	0.458263	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
L3	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
L4	0.104729	0.156182	0.000000	0.000000	0.472111	0.333333	0.166667	0.479121	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
C1	0.500000	0.888889	0.351684	1.000000	0.250000	0.500000	0.190912	0.109298	0.469181	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
C2	0.500000	0.111111	0.119778	0.000000	0.750000	0.500000	0.068410	0.195007	0.075349	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
C3	0.000000	0.000000	0.062374	0.000000	0.000000	0.000000	0.639046	0.542646	0.365355	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
C4	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.111111	0.750000	0.888889
C5	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.888889	0.000000	0.111111
C6	0.000000	0.000000	0.410229	0.000000	0.000000	0.000000	0.101632	0.153049	0.090116	0.000000	0.000000	0.250000	0.000000
C7	0.000000	0.000000	0.055934	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
O1	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

(Continua na página seguinte)

Anexo F - Continuação

	L1	L2	L3	L4	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	O1
F1	0.500000	0.129721	0.000000	0.500000	0.686981	0.279688	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.191921
F2	0.500000	0.137849	0.000000	0.500000	0.186475	0.093616	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.174371
F3	0.000000	0.732431	0.000000	0.000000	0.126543	0.626696	1.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.633708
P1	0.136639	0.061599	0.000000	0.000000	0.084007	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.197857
P2	0.282231	0.670756	0.000000	0.639113	0.340494	0.162460	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.091564
P3	0.242794	0.061207	0.000000	0.065490	0.321084	0.607255	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.473721
P4	0.044219	0.000000	0.000000	0.060857	0.038829	0.044214	0.119389	0.000000	0.000000	0.093616	0.000000	0.033836
P5	0.294116	0.206437	0.000000	0.234541	0.173039	0.148804	0.747053	0.000000	0.000000	0.626696	0.000000	0.169778
P6	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.042547	0.037267	0.133559	0.000000	0.000000	0.279688	0.000000	0.033245
A1	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.516714	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
A2	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.141970	0.888889	0.000000	0.000000	0.000000
A3	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.260036	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
A4	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.081280	0.111111	0.000000	0.000000	0.000000
L1	0.000000	0.833333	0.000000	0.166667	0.250000	0.166667	0.100498	0.000000	0.000000	0.178289	0.000000	0.081935
L2	0.166667	0.000000	0.000000	0.833333	0.750000	0.833333	0.433032	0.000000	0.000000	0.303116	0.500000	0.681724
L3	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.129649	0.000000	0.000000
L4	0.833333	0.166667	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.466470	0.000000	0.000000	0.388946	0.500000	0.236341
C1	0.057292	0.484846	0.000000	0.000000	0.000000	0.225535	0.583997	0.000000	0.000000	0.833333	0.000000	0.397458
C2	0.114539	0.096474	0.000000	0.000000	0.498908	0.000000	0.174227	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.119795
C3	0.159009	0.112150	0.000000	0.470588	0.302011	0.100654	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.875000	0.290308
C4	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.166667	0.000000	0.000000
C5	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.060753	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
C6	0.669160	0.042526	1.000000	0.058824	0.138329	0.673811	0.060263	0.000000	0.000000	0.000000	0.125000	0.000000
C7	0.000000	0.264004	0.000000	0.470588	0.000000	0.000000	0.181513	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.192440
O1	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000

7.7. Anexo G - Supermatriz ponderada

	F1	F2	F3	P1	P2	P3	P4	P5	P6	A1	A2	A3	A4
F1	0,00000	0,04966	0,19864	0,15617	0,21109	0,17179	0,00000	0,17179	0,05627	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
F2	0,19864	0,00000	0,19864	0,03123	0,09220	0,17179	0,00000	0,17179	0,33762	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
F3	0,19864	0,34762	0,00000	0,15617	0,04027	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
P1	0,01698	0,00370	0,00000	0,00000	0,00459	0,04129	0,00000	0,00985	0,02259	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
P2	0,01504	0,00774	0,04470	0,03613	0,00000	0,01401	0,00000	0,04926	0,02259	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
P3	0,00876	0,02851	0,00639	0,00996	0,02933	0,00000	0,00000	0,00000	0,02259	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
P4	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
P5	0,00811	0,00935	0,00000	0,00996	0,00773	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
P6	0,00220	0,00179	0,00000	0,00307	0,01746	0,00380	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
A1	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,12500	0,25000	0,00000
A2	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,04167	0,00000	0,00000	0,25000
A3	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,20833	0,00000	0,00000	0,00000
A4	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,12500	0,00000	0,00000
L1	0,05251	0,13390	0,00000	0,06388	0,01068	0,04259	0,17824	0,00800	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
L2	0,12949	0,03764	0,20329	0,06388	0,05676	0,04259	0,00000	0,05855	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
L3	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
L4	0,02129	0,03175	0,00000	0,00000	0,06032	0,04259	0,03565	0,06121	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
C1	0,04461	0,07930	0,03138	0,10753	0,02688	0,05377	0,03437	0,01175	0,05784	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
C2	0,04461	0,00991	0,01069	0,00000	0,08065	0,05377	0,01232	0,02097	0,00929	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
C3	0,00000	0,00000	0,00556	0,00000	0,00000	0,00000	0,11504	0,05835	0,04504	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
C4	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,75000	0,08333	0,56250	0,66667
C5	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,66667	0,00000	0,08333
C6	0,00000	0,00000	0,03660	0,00000	0,00000	0,00000	0,01830	0,01646	0,01111	0,00000	0,00000	0,18750	0,00000
C7	0,00000	0,00000	0,00499	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
O1	0,25913	0,25913	0,25913	0,36203	0,36203	0,36203	0,60609	0,36203	0,41506	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000

(Continua na página seguinte)

Anexo G - Continuação

	L1	L2	L3	L4	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	O1
F1	0,22860	0,05931	0,00000	0,22860	0,07163	0,02916	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,09883
F2	0,22860	0,06303	0,00000	0,22860	0,01944	0,00976	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,08979
F3	0,00000	0,33487	0,00000	0,00000	0,01320	0,06535	0,10427	0,00000	0,00000	0,13147	0,00000	0,32633
P1	0,00917	0,00413	0,00000	0,00000	0,00368	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,01483
P2	0,01893	0,04500	0,00000	0,04288	0,01491	0,00712	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00686
P3	0,01629	0,00411	0,00000	0,00439	0,01406	0,02660	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,03551
P4	0,00297	0,00000	0,00000	0,00408	0,00170	0,00194	0,00523	0,00000	0,00000	0,00517	0,00000	0,00254
P5	0,01973	0,01385	0,00000	0,01573	0,00758	0,00652	0,03272	0,00000	0,00000	0,03461	0,00000	0,01273
P6	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00186	0,00163	0,00585	0,00000	0,00000	0,01545	0,00000	0,00249
A1	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,37667	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
A2	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,10349	0,64797	0,00000	0,00000	0,00000
A3	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,18956	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
A4	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,05925	0,08100	0,00000	0,00000	0,00000
L1	0,00000	0,18077	0,00000	0,03615	0,13840	0,09226	0,05563	0,00000	0,00000	0,12444	0,00000	0,01125
L2	0,03615	0,00000	0,00000	0,18077	0,41519	0,46132	0,23972	0,00000	0,00000	0,21156	0,32490	0,09359
L3	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,09049	0,00000	0,00000
L4	0,18077	0,03615	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,25823	0,00000	0,00000	0,27147	0,32490	0,03245
C1	0,00322	0,02726	0,00000	0,00000	0,00000	0,02064	0,05343	0,00000	0,00000	0,09613	0,00000	0,10843
C2	0,00644	0,00542	0,00000	0,00000	0,04565	0,00000	0,01594	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,03268
C3	0,00894	0,00630	0,00000	0,02645	0,02763	0,00921	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,09397	0,07920
C4	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,27103	0,01923	0,00000	0,00000
C5	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00556	0,00000	0,00000	0,27103	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
C6	0,03762	0,00239	1,00000	0,00331	0,01266	0,06165	0,00551	0,00000	0,00000	0,00000	0,01342	0,00000
C7	0,00000	0,01484	0,00000	0,02645	0,00000	0,00000	0,01661	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,05250
O1	0,20257	0,20257	0,00000	0,20257	0,20685	0,20685	0,20685	0,00000	0,00000	0,00000	0,24280	0,00000

7.8. Anexo H - Supermatriz limite

	F1	F2	F3	P1	P2	P3	P4	P5	P6	A1	A2	A3	A4
F1	0,10227	0,10227	0,10227	0,10227	0,10227	0,10227	0,10227	0,10227	0,10227	0,10227	0,10227	0,10227	0,10227
F2	0,11007	0,11007	0,11007	0,11007	0,11007	0,11007	0,11007	0,11007	0,11007	0,11007	0,11007	0,11007	0,11007
F3	0,16895	0,16895	0,16895	0,16895	0,16895	0,16895	0,16895	0,16895	0,16895	0,16895	0,16895	0,16895	0,16895
P1	0,00702	0,00702	0,00702	0,00702	0,00702	0,00702	0,00702	0,00702	0,00702	0,00702	0,00702	0,00702	0,00702
P2	0,02160	0,02160	0,02160	0,02160	0,02160	0,02160	0,02160	0,02160	0,02160	0,02160	0,02160	0,02160	0,02160
P3	0,01537	0,01537	0,01537	0,01537	0,01537	0,01537	0,01537	0,01537	0,01537	0,01537	0,01537	0,01537	0,01537
P4	0,00113	0,00113	0,00113	0,00113	0,00113	0,00113	0,00113	0,00113	0,00113	0,00113	0,00113	0,00113	0,00113
P5	0,00968	0,00968	0,00968	0,00968	0,00968	0,00968	0,00968	0,00968	0,00968	0,00968	0,00968	0,00968	0,00968
P6	0,00179	0,00179	0,00179	0,00179	0,00179	0,00179	0,00179	0,00179	0,00179	0,00179	0,00179	0,00179	0,00179
A1	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486
A2	0,00611	0,00611	0,00611	0,00611	0,00611	0,00611	0,00611	0,00611	0,00611	0,00611	0,00611	0,00611	0,00611
A3	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273
A4	0,00186	0,00186	0,00186	0,00186	0,00186	0,00186	0,00186	0,00186	0,00186	0,00186	0,00186	0,00186	0,00186
L1	0,05899	0,05899	0,05899	0,05899	0,05899	0,05899	0,05899	0,05899	0,05899	0,05899	0,05899	0,05899	0,05899
L2	0,12360	0,12360	0,12360	0,12360	0,12360	0,12360	0,12360	0,12360	0,12360	0,12360	0,12360	0,12360	0,12360
L3	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116
L4	0,04315	0,04315	0,04315	0,04315	0,04315	0,04315	0,04315	0,04315	0,04315	0,04315	0,04315	0,04315	0,04315
C1	0,04769	0,04769	0,04769	0,04769	0,04769	0,04769	0,04769	0,04769	0,04769	0,04769	0,04769	0,04769	0,04769
C2	0,01996	0,01996	0,01996	0,01996	0,01996	0,01996	0,01996	0,01996	0,01996	0,01996	0,01996	0,01996	0,01996
C3	0,02182	0,02182	0,02182	0,02182	0,02182	0,02182	0,02182	0,02182	0,02182	0,02182	0,02182	0,02182	0,02182
C4	0,00907	0,00907	0,00907	0,00907	0,00907	0,00907	0,00907	0,00907	0,00907	0,00907	0,00907	0,00907	0,00907
C5	0,00695	0,00695	0,00695	0,00695	0,00695	0,00695	0,00695	0,00695	0,00695	0,00695	0,00695	0,00695	0,00695
C6	0,01286	0,01286	0,01286	0,01286	0,01286	0,01286	0,01286	0,01286	0,01286	0,01286	0,01286	0,01286	0,01286
C7	0,01401	0,01401	0,01401	0,01401	0,01401	0,01401	0,01401	0,01401	0,01401	0,01401	0,01401	0,01401	0,01401
O1	0,18729	0,18729	0,18729	0,18729	0,18729	0,18729	0,18729	0,18729	0,18729	0,18729	0,18729	0,18729	0,18729

(Continua na página seguinte)

Anexo H - Continuação

	L1	L2	L3	L4	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	O1
F1	0,10227	0,10227	0,10227	0,10227	0,10227	0,10227	0,10227	0,10227	0,10227	0,10227	0,10227	0,10227
F2	0,11007	0,11007	0,11007	0,11007	0,11007	0,11007	0,11007	0,11007	0,11007	0,11007	0,11007	0,11007
F3	0,16895	0,16895	0,16895	0,16895	0,16895	0,16895	0,16895	0,16895	0,16895	0,16895	0,16895	0,16895
P1	0,00702	0,00702	0,00702	0,00702	0,00702	0,00702	0,00702	0,00702	0,00702	0,00702	0,00702	0,00702
P2	0,02160	0,02160	0,02160	0,02160	0,02160	0,02160	0,02160	0,02160	0,02160	0,02160	0,02160	0,02160
P3	0,01537	0,01537	0,01537	0,01537	0,01537	0,01537	0,01537	0,01537	0,01537	0,01537	0,01537	0,01537
P4	0,00113	0,00113	0,00113	0,00113	0,00113	0,00113	0,00113	0,00113	0,00113	0,00113	0,00113	0,00113
P5	0,00968	0,00968	0,00968	0,00968	0,00968	0,00968	0,00968	0,00968	0,00968	0,00968	0,00968	0,00968
P6	0,00179	0,00179	0,00179	0,00179	0,00179	0,00179	0,00179	0,00179	0,00179	0,00179	0,00179	0,00179
A1	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486	0,00486
A2	0,00611	0,00611	0,00611	0,00611	0,00611	0,00611	0,00611	0,00611	0,00611	0,00611	0,00611	0,00611
A3	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273
A4	0,00186	0,00186	0,00186	0,00186	0,00186	0,00186	0,00186	0,00186	0,00186	0,00186	0,00186	0,00186
L1	0,05899	0,05899	0,05899	0,05899	0,05899	0,05899	0,05899	0,05899	0,05899	0,05899	0,05899	0,05899
L2	0,12360	0,12360	0,12360	0,12360	0,12360	0,12360	0,12360	0,12360	0,12360	0,12360	0,12360	0,12360
L3	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116
L4	0,04315	0,04315	0,04315	0,04315	0,04315	0,04315	0,04315	0,04315	0,04315	0,04315	0,04315	0,04315
C1	0,04769	0,04769	0,04769	0,04769	0,04769	0,04769	0,04769	0,04769	0,04769	0,04769	0,04769	0,04769
C2	0,01996	0,01996	0,01996	0,01996	0,01996	0,01996	0,01996	0,01996	0,01996	0,01996	0,01996	0,01996
C3	0,02182	0,02182	0,02182	0,02182	0,02182	0,02182	0,02182	0,02182	0,02182	0,02182	0,02182	0,02182
C4	0,00907	0,00907	0,00907	0,00907	0,00907	0,00907	0,00907	0,00907	0,00907	0,00907	0,00907	0,00907
C5	0,00695	0,00695	0,00695	0,00695	0,00695	0,00695	0,00695	0,00695	0,00695	0,00695	0,00695	0,00695
C6	0,01286	0,01286	0,01286	0,01286	0,01286	0,01286	0,01286	0,01286	0,01286	0,01286	0,01286	0,01286
C7	0,01401	0,01401	0,01401	0,01401	0,01401	0,01401	0,01401	0,01401	0,01401	0,01401	0,01401	0,01401
O1	0,18729	0,18729	0,18729	0,18729	0,18729	0,18729	0,18729	0,18729	0,18729	0,18729	0,18729	0,18729

7.9. Anexo I - Pesos/importâncias dos elementos obtidos através da aplicação do ANP

<i>Cluster</i>	KPI	Valor normalizado por Cluster	Limite
Alternativa 1	Receitas vs. Custos	0.26822	0.102272
	Desvio do orçamento do projeto	0.28868	0.110073
	Número de não conformidades	0.44310	0.168952
Alternativa 2	Capacidade ocupada	0.12401	0.007017
	Taxa de produtos com boa qualidade	0.38168	0.021597
	Horas gastas vs. planeadas totais	0.27156	0.015366
	% de projetos em que é necessária realização de 2ª reunião com o cliente	0.01990	0.001126
	Tipos de falha (AK, BK, CK)	0.17114	0.009684
	Nº de revisões de projetos	0.03171	0.001794
Alternativa 3	Satisfação dos funcionários (Stimmungsbarometer)	0.31227	0.004863
	Número de acidentes de trabalho	0.39254	0.006113
	Média de horas gastas em formação das equipas	0.17543	0.002732
	Absenteísmo	0.11976	0.001865
Alternativa 4	Número de notas (incumprimento de especificações)	0.25996	0.058985
	Número de reclamações dos clientes	0.54474	0.123600
	Resultados das auditorias	0.00513	0.001164
	Satisfação do cliente	0.19016	0.043147
Critério	Custo	0.14919	0.047690
	Produtividade	0.06243	0.019956
	Qualidade	0.06825	0.021815
	Satisfação dos colaboradores	0.02837	0.009069
	Segurança	0.02176	0.006954
	Aprendizagem e crescimento	0.04023	0.012858
	Satisfação dos clientes	0.04384	0.014014
Objetivo	Melhorar o desempenho das atividades realizadas na empresa	0.58593	0.187294

7.10. Anexo J - *Template* utilizado para implementar os KPIs no sistema de informação

KPI Definition



1. Indicator name: (EN)	<input type="text"/>			
2. Perspective:	<input type="text"/>			
3. Owner/responsável:	<table><tr><td>Nome:</td><td><input type="text"/></td></tr></table>	Nome:	<input type="text"/>	
Nome:	<input type="text"/>			
4. Data Entry:	<table><tr><td>Nome:</td><td><input type="text"/></td></tr></table>	Nome:	<input type="text"/>	
Nome:	<input type="text"/>			
5. Description (EN):	<input type="text"/>			
6. Unit:	<input type="text"/>			
7. Periodicity:	<input type="text"/>			
8. Number of decimals:	<input type="text"/>			
9. Type of KPI:	<input type="text"/>			
10. Thresholds limits:	<table><tr><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td></tr></table>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		